

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN  
INGENIERIA ELECTRÓNICA**



**INFORME FINAL DE TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TÍTULO  
DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

**“DISEÑO DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA EL LABORATORIO DE  
AUTOMATIZACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA.”**

**AUTORES:**

**José Reynaldo Gómez Sunsín  
Carlos Eduardo Castro Gadea**

**TUTOR:**

**Ing. Álvaro Antonio Gaitán.**

**Managua- Nicaragua**

**2019**



## DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo monográfico a Dios, por habernos permitido llegar hasta este momento tan importante de nuestra formación profesional; dándole gracias por su infinito amor hacia nosotros.

A nuestras esposas por haber tenido paciencia y confianza en la espera de este esfuerzo valioso en nuestras vidas, en las cuales se han visto involucradas en la formación de la culminación monográfica que se ha llevado a cabo con mucho empeño.

A nuestro maestro que nos brindaron valiosas aportaciones durante la elaboración de nuestro informe final. De igual forma agradecemos a nuestros padres por habernos formado con buenos hábitos y valores, los cuales nos ayudaron a salir adelante en los momentos más difíciles de nuestras vidas.

## RESUMEN

El presente informe consiste en el diseño de un módulo didáctico con dispositivos tecnológicos como actuadores y captadores. El módulo cuenta con un PLC (Controlador Lógico Programable), este equipo de laboratorio de automatización de la carrera de ingeniería electrónica; contiene las normas de seguridad para este tipo de condiciones, en donde los estudiantes están expuestos a riesgos de choques eléctricos.

Este módulo está basado en la simulación del control de los procesos en la industria nicaragüense, entre los que podemos mencionar actualmente: Transportadora secuencial de bandas, llenado de tolvas de manera automática, arranque de motores secuenciales, etc.

El módulo está dirigido a los estudiantes de quinto año de las carreras de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación), con el objetivo de que ellos obtengan habilidades en condiciones de laboratorio en los métodos industriales más comunes de Nicaragua. Se podría ver de forma tal como la antesala de lo que se les puede presentar al salir de su formación profesional, aporte importante en el desempeño de su carrera.

Para la simulación de los procesos industriales y las guías de laboratorios, el PLC a utilizar es de la marca siemens 230RCE Versión-V8; que permitirá hacer frente de manera rápida óptima a una demanda que persiste en crecer en la industria.

## ABSTRACT

The present report consists of the design of a didactic module with technological devices such as actuators and sensors. The module features a PLC (Programmable Logic Controller), this laboratory automation equipment for the electronic engineering career contains the safety standards for this type of conditions, where students are exposed to electric shock hazards.

This module is based on the simulation of process control in the Nicaraguan industry, among which we can mention now: Sequential belt conveyor, filling of hoppers automatically, starting of sequential motors, etc.

The module is aimed at the fourth-year students of the FEC (Faculty of Electrical and Computer Engineering) degrees, with the aim of obtaining skills in laboratory conditions in the most common industrial methods of Nicaragua. It could be the prelude to what can be presented to them when leaving their professional training, an important contribution in the performance of their career.

For the simulation of processes in both laboratory guides and industrial processes, the PLC to be used is from the LOGO! -siemens 230RCE Version-V3 family; which enables it to respond optimally to a demand that persists in growing in the industry such as intelligent solutions that shine for their extraordinary flexibility, reliability and ease of handling.



## Índice

Índice .....	IV
Índice de Figuras .....	VII
Índice de Tablas .....	IX
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. JUSTIFICACIÓN .....	2
III. OBJETIVOS .....	3
3.1 Objetivo General .....	3
3.2 Objetivos Específicos .....	3
CAPITULO 1: MARCO TEÓRICO.....	4
1.1 Generalidades de los PLC (Control Lógico Programable). ....	4
1.1.1 Estructura Externa de un PLC:.....	5
1.1.2 Estructura Interna .....	6
1.2 Clasificación PLC por Tipo de Formato. ....	7
1.2.1 Estructura Compacta:.....	7
1.2.2 PLC Compactos .....	8
1.2.3 Características del Módulo Lógico.....	9
1.2.4 Aplicaciones del Módulo Lógico. ....	9
1.2.5 Estructura Modular: .....	9
1.3 Otros Tipos de PLC; .....	11
1.3.1 Ordenador Industrial.....	11
1.3.2 PLC de tipo software: .....	12
1.3.3 Programación del PLC. ....	12
1.3.4 Lenguaje Ladder o de Contactos.....	14
1.3.5 Lista de Instrucciones.....	15
1.3.6 Diagrama de Funciones. ....	15
1.4 Campos de Aplicación de los PLC. ....	17

<b>1.5 Generalidades de los Captadores. ....</b>	<b>18</b>
1.5.1 Definición de Sensor: .....	18
1.5.2 Sensores Inductivos. ....	19
1.5.3 Sensor Capacitivo .....	20
1.5.4 Finales de Carrera .....	21
<b>1.6 Generalidades de los Actuadores. ....</b>	<b>22</b>
1.6.1 Guarda Motor Térmico: .....	22
1.6.2 Relé: .....	23
1.6.3 Contactor: .....	23
1.6.4 Transformador de Control.....	24
1.6.5 Interruptor Termomagnético. ....	25
1.6.6 Interruptor-Seccionador. ....	26
1.6.7 Caja Montaje Superficie para Botones. ....	27
1.6.8 Selector Eléctrico.....	27
1.6.9 Lámparas Piloto Led.....	28
<b>1.7 Motores. ....</b>	<b>29</b>
1.7.1 Tipos de Motores. ....	29
<b>1.8 Otras Aplicaciones.....</b>	<b>31</b>
1.8.1 Bloques de Distribución. ....	31
1.8.2 Tomas Industriales. ....	32
1.8.3 Bananas. ....	32
<b>1.9 Tipos de Diagramas en Automatización. ....</b>	<b>33</b>
1.9.1 Planos de Potencia.....	33
1.9.2 Planos de Mando.....	34
<b>1.10 Constructivismo (pedagogía).....</b>	<b>35</b>
1.10.1 Diversas Percepciones del Constructivismo. ....	36
<b>1.11 Modelo ADDIE. ....</b>	<b>38</b>
<b>1.12 Normas de Seguridad. ....</b>	<b>40</b>
1.12.1 Código Eléctrico Nacional.....	40

1.12.2 Peligro Eléctrico.....	41
<b>1.13 Recomendaciones de Seguridad en los Laboratorios. (Pozueta, 2015)..</b>	<b>42</b>
1.13.1 ¿Qué hacer en caso de accidente eléctrico? (Arjona, 2001) .....	43
<b>CAPITULO 2: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS. ....</b>	<b>44</b>
2.1 Análisis y Presentación de los Resultados. ....	44
2.2 Etapa de Análisis. ....	44
2.3 Etapa de Diseño. ....	51
2.3.1 Especificaciones Constructivas del Módulo.....	52
2.3.2 Tipos de elementos a utilizar. ....	55
2.3.3 Cálculo de potencia y corriente para los motores trifásico. ....	62
2.4 Lista de Materiales Eléctrico, Estructural y Estimación de Costo del Módulo Completo. ....	65
2.5 Diseño de guías de laboratorio.....	66
2.5.1 La estructura de las Guías de Laboratorio.....	68
2.5.2 Constructivismo y aprendizaje significativo. ....	69
2.6 Etapa de Desarrollo. ....	70
2.6.1 Desarrollo del diseño del módulo. ....	70
2.6.2 PLC Versión 8 de logo 230RCE, características: .....	72
<b>CAPÍTULO 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>79</b>
3.1 Conclusiones.....	79
3.2 Recomendaciones de los Autores.....	80
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>A</b>

## Índice de Figuras

Figura # 1 Estructura externa de un PLC.....	5
Figura # 2 Arquitectura interna de un autómata.....	6
Figura # 3. PLC compacto. ....	7
Figura # 4. PLC compacto. ....	7
Figura # 5. PLC ETHERNET .....	8
Figura # 6. PLC.....	9
Figura # 7. Estructura molecular .....	10
Figura # 8. otros tipos de PLC .....	11
Figura # 9. Máquina virtual por siemens. ....	12
Figura # 10. Elemento necesario de un PLC. ....	12
Figura # 11. Descripción de lenguaje de programación .....	14
Figura # 12. Escalera.....	14
Figura # 13. Diagrama puerta lógica.....	16
Figura # 14. Proceso de un PLC.....	17
Figura # 15. Tipos de sensores .....	18
Figura # 16. sensor inductivo (ALLEN-BRADLEY, 2018) .....	19
Figura # 17. aplicaciones .....	19
Figura # 18. aplicaciones (MONOGRAFIA.COM, s.f.) .....	20
Figura # 19. finales de carrera. ....	21
Figura # 20. guarda motor. ....	22
Figura # 21. Relé. (Schneider, 2018).....	23
Figura # 22. contactor. ....	24
Figura # 23. transformador de control.....	24
Figura # 24. transformador de control.....	25
Figura # 25. seccionador. ....	26
Figura # 26. pulsador .....	27
<i>Figura # 27. selector .....</i>	<i>27</i>
<i>Figura # 28. lampara led .....</i>	<i>28</i>
Figura # 29. estructura de un motor trifásico .....	29

Figura # 30. motor monofásico. ....	30
Figura # 31.bloque de distribución .....	31
Figura # 32. tomas industriales (UNELSAC, 2018).....	32
Figura # 33.bananas .....	32
Figura # 34. diagrama de potencia. ....	33
Figura # 35.diagrama de control. ....	34
Figura # 36. Modelo pedagógico de una educación constructiva. ....	35
Figura # 37.Enfoque constructivista.....	36
Figura # 38. ADDIE.....	38
Figura # 39. Tomada de Google. ....	41
Figura # 40.Tomada de Google. ....	41
Figura # 41. Tomada de Google. ....	41
Figura # 42: foto tomada en los laboratorios de electrónica. ....	46
Figura # 43. foto tomada en los laboratorios de eléctrica. ....	47
Figura # 44. Figura de Garrucha con freno.....	52
Figura # 45. Estructura metálica del módulo.....	54
Figura # 46. Foto tomada por el autor.....	61
Figura # 47. Foto tomada por el autor.....	61
Figura # 48. Foto tomada por el autor.....	61
Figura # 49. Foto tomada por el autor.....	61
Figura # 50.Tomada de Google. ....	56
Figura # 51. Final de Carrera. ....	58
Figura # 52. Sensor Inductivo. ....	58
Figura # 53. Pulsador.....	58
Figura # 54. Selector.....	58
Figura # 55. Torre Led. ....	59
Figura # 56. Mini Relé.....	59
Figura # 57. Transformador .....	59
Figura # 58.Interfaz ETHERNET.....	73
Figura # 59. Dibujo tomado de Google. ....	75
Figura # 60. Fuente: <a href="https://liesa.com.ar/logo8-plc-siemens/">https://liesa.com.ar/logo8-plc-siemens/</a> .....	76



Figura # 61.Figura del diseño esperado del módulo. ....	77
Figura # 62. Diseño del Módulo didáctico. ....	78

## Índice de Tablas

Tabla #1. formulas. ....	62
Tabla #2. potencia demandada. ....	62
Tabla #3. datos técnicos de consumo de los equipos. ....	63
Tabla #4. Tabla de costo de los materiales del proyecto. ....	64
Tabla #5. Lista de materiales utilizar en el proyecto. ....	65

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, debido a la automatización industrial de procesos, las industrias se encuentran en constante evolución para lograr que su producción sea más eficiente, estos cambios han obligado a las instituciones de educación superior a transformar sus programas de asignatura y tecnologías en los laboratorios donde realizan sus prácticas.

El crecimiento en esta área del conocimiento demanda la formación de profesionales altamente capacitados, por lo que la UNI (Universidad Nacional de Ingeniería) tiene el reto y compromiso de poder suplir dichas necesidades.

La Universidad dispone en el laboratorio de automatización en la carrera de electrónica con un método de formación demostrativos de tablillas pequeñas asociado con un PLC (Controlador Lógico Programable) de la familia LOGO siemens 230RCL Versión-V3 dispositivos de lo cual se necesitan que permitan hacer frente de manera rápida óptima a una demanda que persiste en crecer en la industria tales como soluciones inteligentes que brillen por su extraordinaria flexibilidad, fiabilidad y facilidad de manejo.

Por tal razón planteamos que es necesario el diseño de un módulo didáctico dotado de los medios necesarios para que los estudiantes del cuarto y quinto año de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación) desarrollen habilidades en el área de automatización relacionada con las nuevas aplicaciones y métodos en la industria de la automatización.

En el módulo didáctico se contemplan elementos básicos como PLC, actuadores, captadores para la elaboración de las prácticas de los laboratorios, dichas prácticas estarán basadas en aplicaciones dirigidas en la industria nicaragüense.

## II. JUSTIFICACIÓN

Se decidió realizar el presente trabajo monográfico luego de una autoevaluación en los distintos laboratorios de automatización de la FEC. En la búsqueda de información se realizó una encuesta a docentes, responsables de laboratorios y estudiantes del cuarto y quinto año de las carreras de la facultad, los cuales expresaron que carecen de un equipamiento en sus laboratorios en la enseñanza didáctica respecto a un módulo de entrenamiento en automatización, o de una relación con un dispositivo tecnológico como los PLC, actuadores, captadores y accesorios. Los docentes entrevistados expresaron de manera breve que es necesario un equipo como los módulos de entrenamientos que contengan tecnología actual para la enseñanza de ellos por motivos del uso en la industria nicaragüense.

Por tal razón la propuesta, es diseñar un módulo de entrenamiento para contribuir al desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, necesidad que nace para realizar un módulo didáctico en el área de automatización.

El módulo de entrenamiento permitirá aprovechar los conocimientos adquirido de los estudiantes en condiciones de laboratorio, los procesos industriales más comunes en el país.

Este fue el principal factor por el cual se determinó diseñar un módulo de entrenamiento y presentarlo como trabajo monográfico.



### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

Diseñar un módulo didáctico para el aprendizaje de PLC (Controlador Lógico Programable) para el Laboratorio de Automatización que permita al estudiante de ingeniería de las carreras de la FEC, implementar en condiciones de laboratorio los procesos industriales más comunes en la industria nicaragüense.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- 1) Realizar el diseño del módulo didáctico.
- 2) Dimensionar el sistema de protección para seguridad de los equipos y la seguridad humana utilizando las normas NFPA 70 (Asociación Nacional contra protección al Fuego) Y NEC (Código Eléctrico Nacional), las cuales son para instalaciones y seguridad eléctrica.
- 3) Seleccionar los equipos actuadores, captadores, PLC y accesorios del módulo didáctico que permitan la recreación de los procesos industriales más comunes en Nicaragua tales como: Control de llenado de tolvas, control de caldera, transportadoras secuenciales.
- 4) Realizar manual de usuario del módulo completo que contenga el manejo y descripción de los elementos del módulo didáctico que permita al instructor del laboratorio tener conocimientos y desarrollo de las prácticas que ejecutarán los estudiantes.
- 5) Realizar guías de laboratorios desde un enfoque constructivista, para que el estudiante se familiarice y desarrolle destrezas en el uso y manejo de los elementos contenidos en el módulo didáctico.

## **CAPITULO 1: MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Generalidades de los PLC (Control Lógico Programable).**

Definición:

Un PLC o Autómata Programable es un sistema de control industrial basado en computadora que utiliza instrucciones de programa para tomar decisiones de encendido y apagado, posee las herramientas necesarias tanto de software como de hardware, para controlar dispositivos externos, recibir señales de sensores y tomar decisiones de acuerdo a un programa que el usuario elabore según el esquema del proceso a controlar. (Mario A. Laughton, 2018).

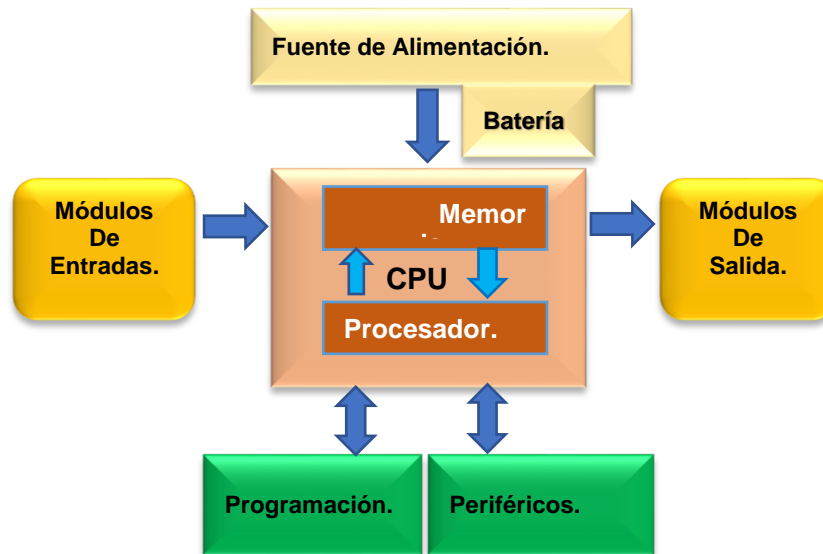
El PLC está diseñado de tal forma que la conexión este con el proceso a controlar rápida y sencilla por medio de entradas y salidas de tipo digital o analógico. Permite controlar o proteger un proceso industrial, posibilitando además las opciones de monitoreo y diagnóstico de condiciones de alarma, presentándolo en un HMI (Human-Machine Interfaz) o pantalla de operación.

Según la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de los Estados Unidos (NEMA) define un PLC como un dispositivo digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como ser: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas; con el objeto de controlar máquinas y procesos. (Manuel, 2018).

El estándar IEC 61131 define un autómata programable como un sistema electrónico programable diseñado para ser usado en un entorno industrial, que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar soluciones específicas tales como, funciones lógicas, secuencia, temporización recuentos y funciones aritméticas con el fin de controlar mediante entradas y salidas digitales y análogas diversos tipos de máquinas o procesos. (Equipo de Siemens, 2018)

### 1.1.1 Estructura Externa de un PLC:

El término estructura o configuración externas de un Controlador Lógico programable industrial se refiere al aspecto físico exterior del mismo, bloques o elementos en que está dividido. En la figura #1 y #2 se muestra una arquitectura externa de un PLC.

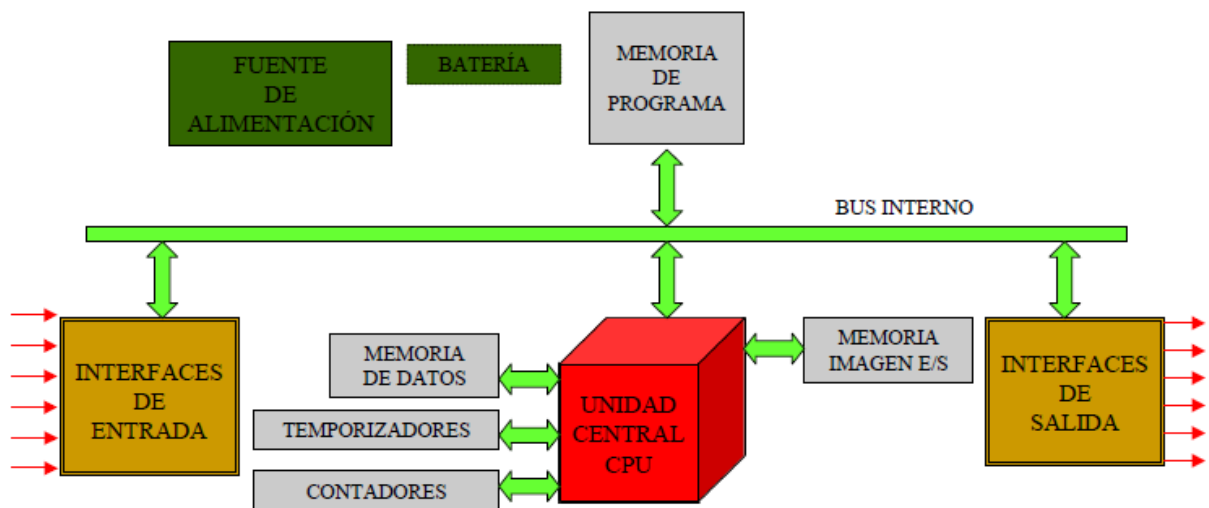


*Figura # 1 Estructura externa de un PLC.*

*Fuente: Propia de los autores.*

### 1.1.2 Estructura Interna:

Es la parte en que se ordena su conjunto físico o hardware y las funciones y funcionamiento de cada una de ellas, está compuesto netamente por dispositivos electrónicos cuya configuración se asemeja a la de un pequeño computador o procesador digital. La arquitectura interna del PLC se divide en cuatro grandes partes: CPU, Memoria, Puertos y Módulos. En la figura #1 y #2 se muestra la arquitectura interna de un autómata programable. (Senar., 2018)



*Figura # 2 Arquitectura interna de un autómata*

*Fuente: Tomada de Google. (PASCULA, 2018)*

## 1.2 Clasificación PLC por Tipo de Formato.

Debido a la gran variedad de tipos distintos de PLC, tanto en sus funciones, en su capacidad, en el número de entrada y salida, en su tamaño de memoria, en su aspecto físico y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías; los PLC actualmente pueden clasificarse de diferentes maneras de acuerdo con sus características, se clasifican generalmente en dos categorías.

- ✓ Estructura compacta.
- ✓ Estructura modular.

### 1.2.1 Estructura Compacta:

En las figuras #3 y #4 se muestran PLC de tipos compactos, un PLC es compacto cuando todas sus partes se encuentran en la misma caja o chasis. Es decir, la fuente de alimentación, la sección de entrada y salida y el cuerpo de comunicación están en un solo compartimiento. Suelen ser más baratos y pequeños, tiene la desventaja de solo poder ampliarse con muy pocos módulos. Su potencia de proceso suele ser muy limitada dedicándose a controlar máquinas muy pequeñas o cuadros de mando pequeños.



Figura # 4. PLC compacto.

Fuente: Tomada de Google  
(INTERNACIONAL, 2018)



Figura # 3. PLC compacto.

Fuente: Tomada de Google  
(indiamart, 2018)

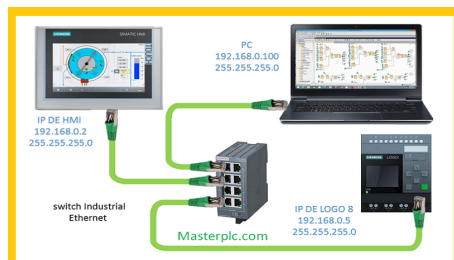
### 1.2.2 PLC Compactos

Un ejemplo veraz de estos PLC es el LOGO! PLC230 RCE de la marca SIEMENS es un módulo lógico que cumple los estrictos requisitos de calidad estipulados en la norma ISO 9000. Puede utilizarse en numerosos campos de aplicación, gracias a su amplia funcionalidad y a su fácil manejo, ofrece gran eficiencia en prácticamente cualquier aplicación.

Este controlador compacto se compone de un módulo básico y módulos de aplicación o ampliación que el usuario selecciona en base a los requerimientos lo cual convierte al logo en un equipo de aplicación universal. Los controladores con mayor frecuencia son utilizados sobre todo en la industria, donde grandes y complejas instalaciones trabajan con muchos procesos automatizados.

Los módulos logo !12/24 RCE para corriente continua y Logo !230 RCE para corriente alterna disponen de una interfaz Ethernet integrada.

Por lo que el usuario tiene varias posibilidades de aplicación en instalaciones domésticas, de edificios y de calefacción, ventilación y climatización, en dispositivos de 4 transporte e instalaciones de monitorización en máquinas y pequeñas instalaciones en red. De esta forma los módulos lógicos pueden usarse en modo maestro/maestro, es decir cada uno resuelve automáticamente su tarea particular y todos ellos disponen de programa propio e intercambian la información por Ethernet.



*Figura # 5. PLC ETHERNET*

*Fuente: Tomada de Google (SIEMENS E. , 2018)*

### 1.2.3 Características del Módulo Lógico.

Los nuevos módulos LOGO pueden acoplarse a través de la interfaz Ethernet a estructuras jerárquicamente superiores, lo que permite comunicarse con otros componentes de automatización SIMATIC como CPU SIMATIC S7, paneles HMI. Capacidad de comunicación prácticamente ilimitada con potencia escalable gracias a la tecnología de conmutación y al continuo aumento de las velocidades de transferencia.

Apropiado para la conectividad en los más diversos campos de aplicación, ámbito de la oficina y de la producción.

Tarjetas SD standard como soporte de almacenamiento.

Compatible en programas y conexiones al LOGO.

### 1.2.4 Aplicaciones del Módulo Lógico.

- ❖ Iluminación de escalera o pasillo.
- ❖ Puerta automática.
- ❖ Sistemas de ventilación.
- ❖ Portón industrial mando.
- ❖ Hileras luminosas.
- ❖ Bomba de agua de servicio.
- ❖ Construcción de máquinas y aparatos.



Figura # 6. PLC.

Fuente: Tomada de Google  
(SIEMENS, 2018)

### 1.2.5 Estructura Modular:

En las figuras #7 se muestran la estructura molecular de un PLC, los cuales están compuestos por módulos o tarjetas conectadas a rack con funciones definidas: CPU, fuente de alimentación, módulos de E/S la expansión se realiza mediante conexión entre racks y se encuentran en módulos independientes. Admite la configuración y expansión de hardware que esté disponible para su gama correspondiente, y puede ser configurado de acuerdo con la expansión y eliminación de módulos extraíbles y expandible. PLCs modulares pueden utilizar

un elevado número de entradas/salidas, pueden soportar programas más grandes, guardar más datos y operar bajo el modo de multitareas. Normalmente se utilizan para el control, regulación, posicionamiento, procesamiento de datos, manipulación, comunicación, monitorización, servicios-web, etc. (LEARNING, 2018)



*Figura # 7. Estructura molecular*

*Fuente: Tomada de Google(Allen-Bradley, 2018)*



### 1.3 Otros Tipos de PLC;

#### 1.3.1 Ordenador Industrial

Son aquellos que combinan un PC normal y un PLC en un único sistema. La parte de PLC puede estar basada en hardware (PLC de tipo slot) o basadas en un PLC con software virtual (PLC de tipo software).

Los ordenadores industriales que se utilizan son de tamaño medio y tienen una gran cantidad de aplicaciones en la automatización donde se requiere un control rápido de los procesos, así como una recopilación rápida de los datos y un intercambio con un servidor SQL (estos pueden estar integrados en el PC). (LEARNING, 2018)



*Figura # 8.otros tipos de PLC*

*Fuente: Tomada de Google (SIEMENS, SIEMENS.COM, 2018)*

### 1.3.2 PLC de tipo software:

se trata de un PLC virtual, que trabaja en un ordenador personal. Para controlar las máquinas o procesos se utilizan los puertos de comunicación del PC (Ethernet, COM) o unas tarjetas especiales del tipo del bus del sistema (que se sitúan en el PC) que permiten realizar una comunicación remota con las entradas/salidas de otros dispositivos para la automatización. (LEARNING, 2018)

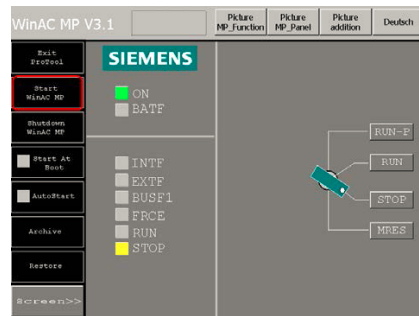


Figura # 9. Máquina virtual por siemens.

Fuente: Tomada de Google. (Vigo, 2018)

### 1.3.3 Programación del PLC.

Para una correcta y eficaz programación del PLC se debe contar con una computadora medianamente moderna, de un software especial que depende de la marca y del modelo de cada PLC o en su defecto de una programadora manual, la cual es similar a una calculadora. También se requiere que estos elementos estén conectados físicamente a través de un cable (PPI) que se conectan a los puertos de comunicaciones de cada elemento.

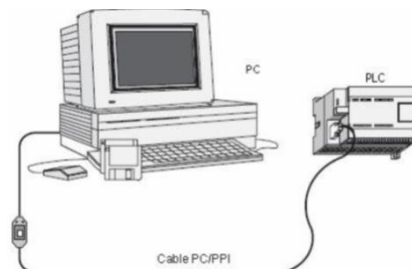


Figura # 10. Elemento necesario de un PLC.

Los lenguajes empleados en la programación de los PLC son distintos y variados;

*Fuente: Tomada de Google. (Alvaro, 2017)* 1 cinco lenguajes específicos, los cuales son:

- ❖ Diagrama de funciones secuenciales (FBD).
- ❖ Diagrama de bloques.
- ❖ Diagramas de escalera (LD).
- ❖ Lenguajes estructurados.
- ❖ Lista de instrucciones.

En la actualidad cada PLC tiene su propio lenguaje de programación establecido, pero existen 3 lenguajes que son los más usados:

- ❖ Lenguaje Ladder o de contactos (KOP)
- ❖ Lista de instrucciones (AWL)
- ❖ Diagrama de funciones (FUP)

### 1.3.4 Lenguaje Ladder o de Contactos.

También conocido como lenguaje de escalera, es un lenguaje de programación grafico muy popular dentro de los controladores lógicos programables (PLC), debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje. Sus símbolos más conocidos son: (Alvaro, 2017)

SÍMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	Contacto NA	Se activa cuando hay un 1 lógico, el elemento representa una entrada para captar información del proceso a controlar.
	Contacto NC	Se activa cuando hay un 0 lógico, también es un elemento de entrada pero en este caso negada.
	Bobina NA	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un 1 lógico. Representa elementos de salida.
	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un 0 lógico es complemento de la bobina NA.
	Bobina set	Sirve para memorizar bits y usada junto con la bina RESET dan una enorme potencia en la programación.
	Bobina reset	Permite desactivar una bobina set previamente activada.

Figura # 11. Descripción de lenguaje de programación

Fuente: Tomada de Google. (TARINGA, 2015)

Estructura del programa y orden de ejecución, contactos a la izquierda y bobinas y otros elementos a la derecha.

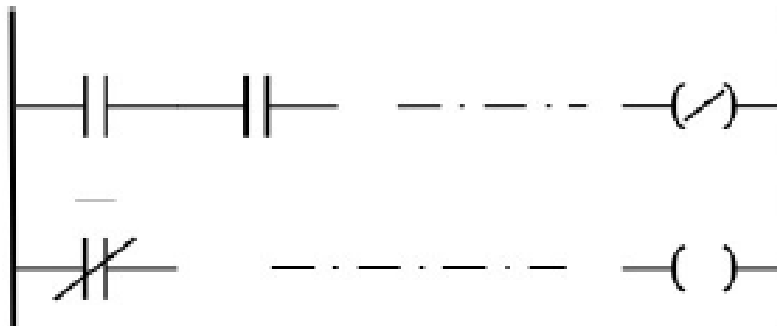


Figura # 12. Escalera.

Fuente: Tomada de Google. (wikipedia, 2018)

### 1.3.5 Lista de Instrucciones.

El editor AWL (Lista de instrucciones) permite crear programas de control introduciendo la nemotécnica de las operaciones. Por lo general, el editor AWL se adecua especialmente para los programadores expertos ya familiarizados con los sistemas de automatización y con la programación lógica. El editor AWL también permite crear ciertos programas que, de otra forma, no se podrían programar con los editores KOP ni FUP. Ello se debe a que AWL es el lenguaje nativo de la CPU, a diferencia de los editores gráficos en los que son aplicables ciertas restricciones para poder dibujar los diagramas correctamente. (Alvaro, 2017)

A continuación, se muestra un programa de AWL. (Fernando, 2011)

NETWORK

LD I0.0

LD I0.1

A I12.0

ALD

=Q5.0

### 1.3.6 Diagrama de Funciones.

Es un lenguaje grafico que permite al usuario programar elementos (bloque de funciones del PLC) de tal forma que ellos aparecen interconectados al igual que un circuito eléctrico. Generalmente utilizan símbolos lógicos para representar al bloque de función. Las salidas lógicas no requieren incorporar una bobina de salida, porque la salida es representada por una variable asignada a la salida del bloque.

El diagrama de funciones lógicas resulta especialmente cómodo de utilizar, a técnicos habituados a trabajar con circuitos de puertas lógicas, ya que la simbología usada en ambos es equivalente.

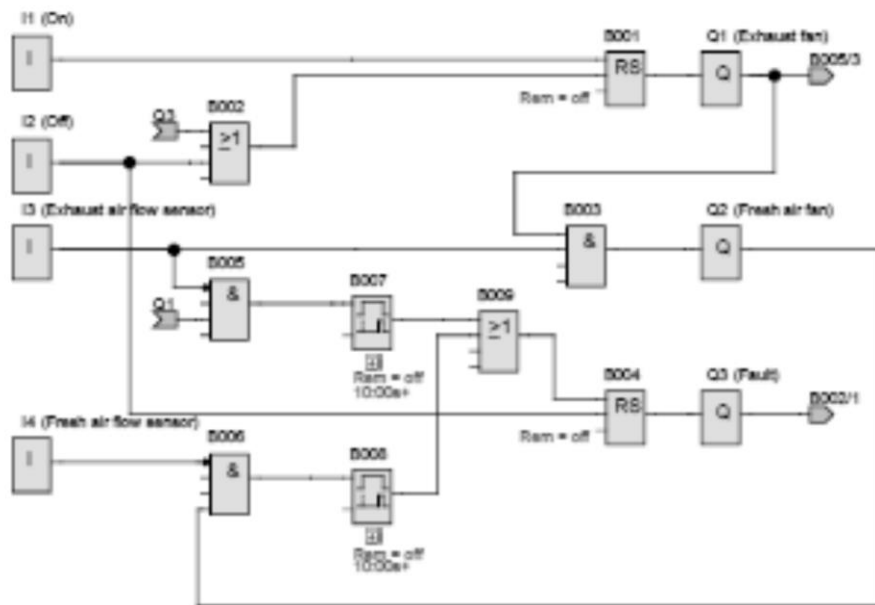


Figura # 13. Diagrama puerta lógica

Fuente: Tomada del manual LOGO! SOFT VERSION 8.

## 1.4 Campos de Aplicación de los PLC.

El PLC<sup>1</sup> por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales. (Aplicación de los PLC, 2016)

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc. En la figura #16 se muestra la estructura del proceso de un PLC.

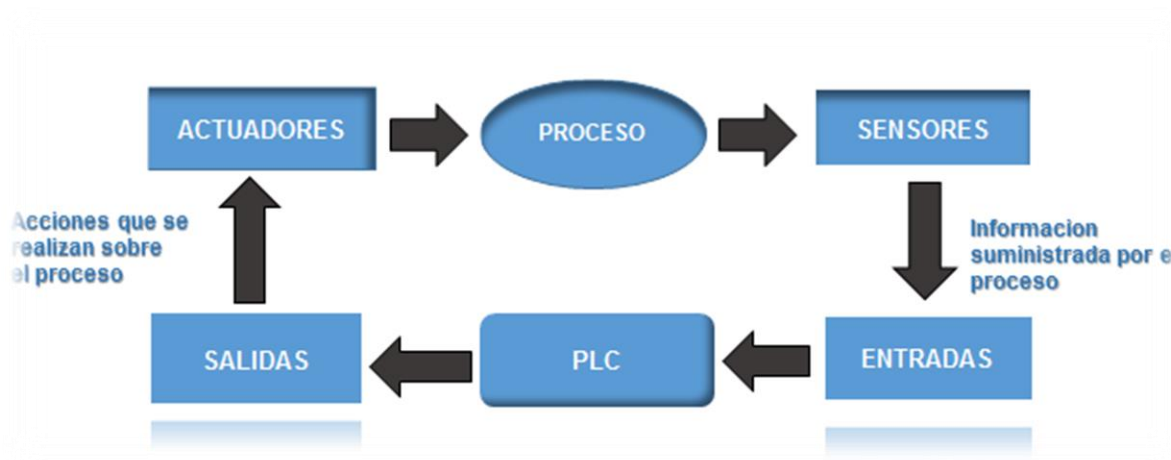


Figura # 14. Proceso de un PLC.

Fuente: Propia de los autores.

<sup>1</sup> PLC: Control Lógico Programable.

## 1.5 Generalidades de los Captadores.

Captadores: Dispositivos sensibles a las variaciones de una magnitud física, que proporcionan una señal útil, normalmente eléctrica.

### 1.5.1 Definición de Sensor:

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

Los sensores tienen la característica de monitorear el comportamiento de las magnitudes físicas en su entrada y brindar en su salida el equivalente a una señal eléctrica, que puede ser manipulada luego de cumplir ciertos requisitos para satisfacer necesidades en aplicaciones del control electrónico o proceso industrial. En la figura #15 se muestran los tipos de sensores afines con el módulo didáctico.



*Figura # 15. Tipos de sensores*

*Fuente: Tomada de Google(lostipos.com, 2017).*



### 1.5.2 Sensores Inductivos.

Los sensores inductivos de proximidad incorporan una bobina electromagnética la cual es usada para detectar la presencia de objetos metálicos conductores, este tipo de sensor ignora la presencia de objetos no metálicos, se suelen utilizar para detectar la presencia o ausencia de objetivos de metal y sus resultados suelen parecerse a los de un interruptor. (Howard, 2014)

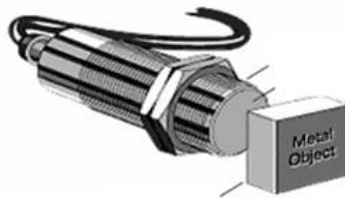


Figura # 16. sensor inductivo (ALLEN-BRADLEY, 2018)  
Fuente: Tomada de Google.

#### ✓ Aplicación:

Los sensores inductivos tienen un largo historial de funcionamiento en condiciones difíciles. Por lo tanto, suelen ser la elección automática para aplicaciones de alta fiabilidad, relacionadas con la seguridad. Estas aplicaciones son frecuentes en el sector industria en el sector industrial pesado, aeroespacial, militar del ferrocarril, supermercados etc.

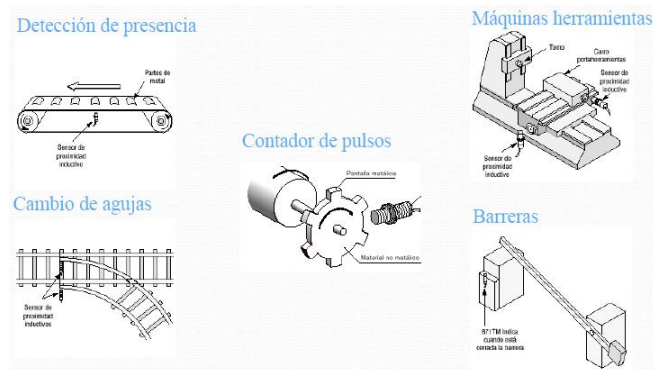


Figura # 17. aplicaciones

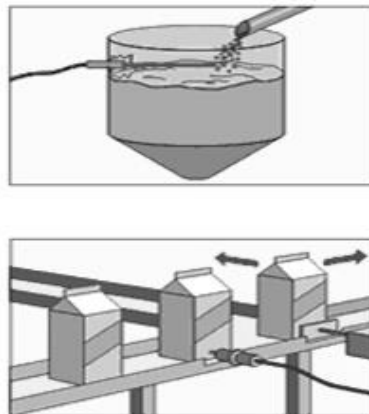
Fuente: Tomada de Google. (electronica, 2017)

### 1.5.3 Sensor Capacitivo

Los sensores de proximidad capacitivos son similares a los inductivos. La principal diferencia entre los dos tipos es que los sensores capacitivos producen un campo electrostático en lugar de un campo electromagnético. Los interruptores de proximidad capacitivos censan objetos metálicos también como materiales no metálicos tal como papel, vidrio, líquidos y tela.

✓ **Aplicación:**

Una aplicación para los sensores de proximidad capacitivos es la detección de nivel a través de barreras. Por ejemplo, el agua esto le da al sensor la habilidad de “ver a través” del plástico y detectar el agua.



*Figura # 18. aplicaciones (MONOGRAFIA.COM, s.f.)*

*Fuente: Tomada de Google.*

### 1.5.4 Finales de Carrera.

Detectan el final de carrera por contacto. Una barra basculante mueve directamente un interruptor. Vuelve a la posición anterior por medio de un muelle.



*Figura # 19. finales de carrera.*

*Fuente: tomada de Google (Aparicio, s.f.)*

✓ **Aplicación:**

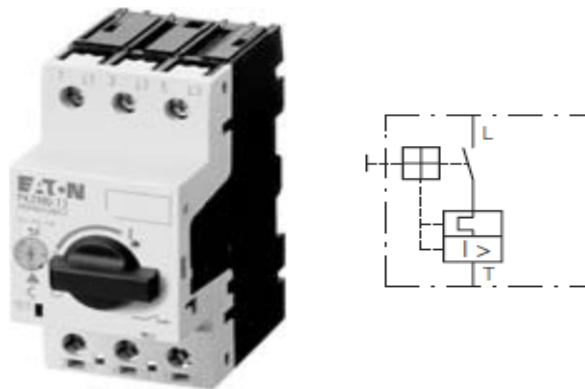
1. Detección de 2 o más posiciones en la parte de una máquina.
2. Detección de un objeto al final de una cinta transportadora.
3. Puertas, elevadores, ascensores

## 1.6 Generalidades de los Actuadores.

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control como, por ejemplo, una válvula.

### 1.6.1 Guarda Motor Térmico:

Su función es proteger los diferentes dispositivos a las sobre corrientes. Deben ser instalados después del contactor, de tal manera que brinde seguridad en caso en que uno de sus contactos se quede pegado o no funcione correctamente, corriendo el riesgo de dejar solo dos fases, lo que ocasionara grandes daños a los sistemas conectados. (EATON, PRODUCTOS Y SOLUCIONES, 2015)



*Figura # 20. guarda motor.*

*Fuente: Tomada catalogo (EATON, Contactors and starters, 2014)*

### 1.6.2 Relé:

Es un dispositivo de control que al energizarlo en su bobina ya sea con corriente alterna o directa, este produce un campo magnético de manera instantánea se abren los contactos normalmente cerrados (NC) llamado franqueado y los contactos normalmente abiertos (NA) obturador, se cierran, esto nos permite usarlos de manera que activemos o desactivemos los periféricos que tenemos dentro de un proceso se emplean en servicios de baja potencia.

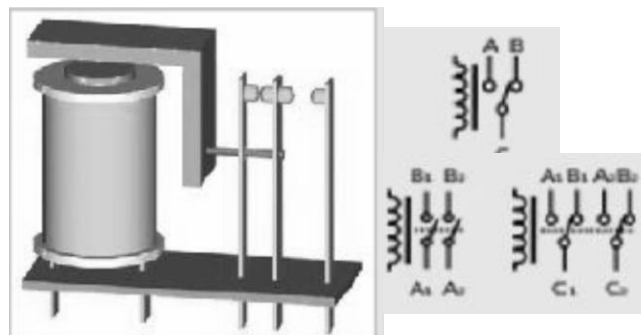


Figura # 21. Relé. (Schneider, 2018)

*Fuente: Tomada de Google.*

### 1.6.3 Contactor:

Es un dispositivo de múltiples interruptores que se encuentran en dos estados ya sea con normalidad abiertos y normalmente cerrados que al inducirle corriente en su bobina produce un campo electromagnético que altera instantáneamente atrayendo o separando dichos contactos, tiene el mismo funcionamiento que el relé a diferencia que este maneja potencias altas, normalmente es utilizado en la industria para arranque de motores.

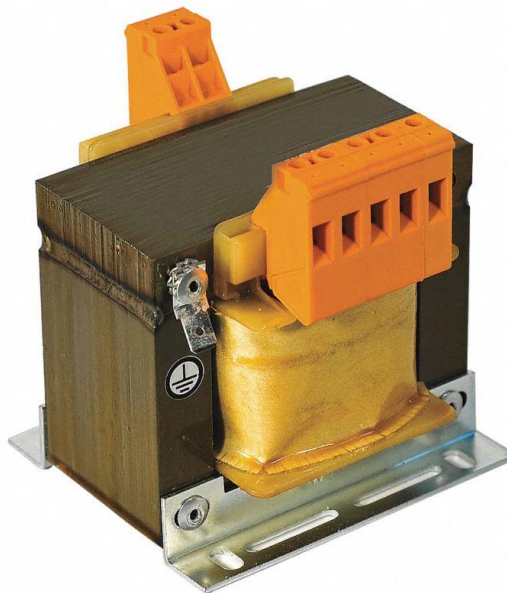


*Figura # 22. contactor.*

*Fuente: Tomada de Google. (Schneider, 2018)*

#### **1.6.4 Transformador de Control.**

Los transformadores de control están diseñados para reducir los voltajes de suministro a circuitos de control y proporcionan mayor seguridad a los operadores. Las cubiertas de terminales con protección contra contacto accidental y las cubiertas de fusibles están incluida en todas las unidades para seguridad adicional del lugar de trabajo. Aíslan los circuitos de control de los circuitos de alimentación eléctrica e iluminación. Aceptan la corriente de entrada al momento del arranque momentánea que se produce cuando se energizan los componentes electromagnéticos, sin comprometer la estabilidad del voltaje secundario.



*Figura # 23. transformador de control*

*Fuente: Tomada de Google. (GRAINGER, 2018)*

### 1.6.5 Interruptor Termomagnético.

El Interruptor Termo magnético es un dispositivo de protección de circuitos eléctricos que actúa ante dos distintos tipos de eventos, la parte TERMICA actúa ante una sobrecarga del circuito y la parte MAGNETICA lo hace ante un cortocircuito.

La corriente máxima en régimen continuo, por lo general 40°C, a la cual el interruptor trabaja sin dispararse.

Estos interruptores automáticos cumplen los requisitos de la norma IEC947-2 en cuanto a características de funcionamiento y capacidades de interrupción y además emplean disyuntores con disparo térmico y magnético regulable. (EATON, PRODUCTOS Y SOLUCIONES, 2015)



*Figura # 24. transformador de control*

*Fuente: Tomada de catálogo. (EATON, Contactors and starters, 2014)*

### 1.6.6 Interruptor-Seccionador.

Interruptores de encendido / apagado Sin parada de emergencia / función parada de emergencia Con agarre negro y placa frontal sólo puede retirarse en la posición 0 (Los A).

El alto rendimiento y el robusto interruptor de leva y el interruptor-seccionador se industria en aplicaciones manuales y gestión de servicios de construcción básicos de interruptores en cuatro diferentes tipos de construcción se pueden seleccionar en una multitud de contacto estándar secuencias y un amplio rango de rendimiento.



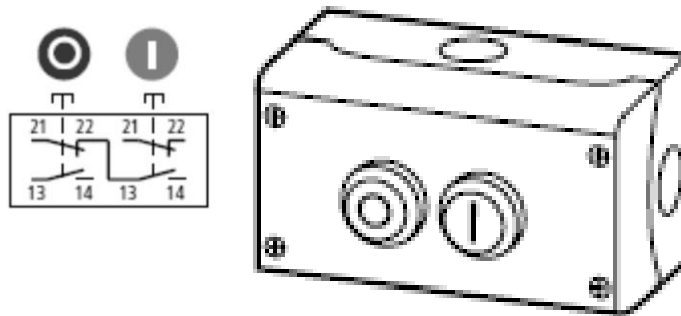
*Figura # 25. seccionador.*

*Fuente: Tomada de un catálogo. (EATON, Contactors and starters, 2014)*



### 1.6.7 Caja Montaje Superficie para Botones.

Los pulsadores son elementos de accionamiento que sirven para cerrar o abrir un circuito permitiendo el paso o no de la corriente a través de ellos. Un botón o pulsador es un dispositivo utilizado para realizar cierta función. Los botones son de diversas formas y tamaños y se encuentran en todo tipo de dispositivos, aunque principalmente en aparatos eléctricos y electrónicos.



*Figura # 26. pulsador*

*Fuente: Tomada de un catálogo. (EATON, Contactors and starters, 2014)*

### 1.6.8 Selector Eléctrico.

Un selector eléctrico rotativo tiene la función de abrir o cerrar contactos de acuerdo con una posición seleccionada de manera manual.

Los selectores Eaton se pueden usar también para un amplio rango de diferentes circuitos estándares e intensidades. Además, el número de posibles combinaciones de conmutación es prácticamente ilimitado.

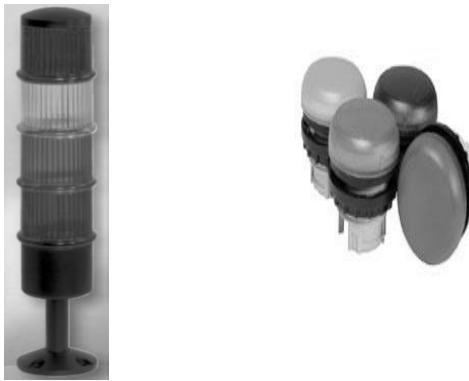


*Figura # 27. selector*

*Fuente: Tomada de un catálogo. (siemens, 2015)*

### 1.6.9 Lámparas Piloto Led.

La señalización son las funciones básicas para el control de máquinas y procesos, las señales de mando necesarias se crean manualmente con ayuda de aparatos de mando y señalización o bien mecánicamente mediante interruptores de posición. El correspondiente tipo de aplicación determina en este caso el grado de protección, la forma y el color. (EATON, Mando y señalización, 2008)



*Figura # 28. lampara led*

*Fuente: Tomada de un catálogo. (siemens, 2015)*

## 1.7 Motores.

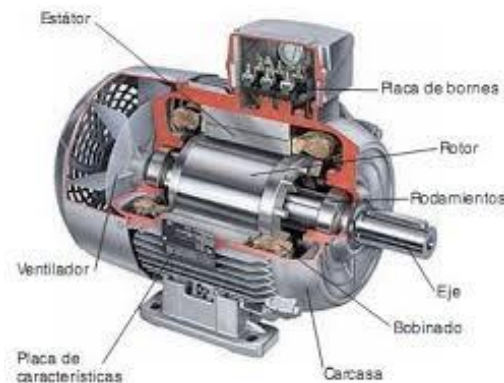
Un motor es la parte sistemática de una máquina capaz de hacer funcionar el sistema, transformando algún tipo de energía (eléctrica, de combustibles fósiles, etc.), en energía mecánica capaz de realizar un trabajo.

### 1.7.1 Tipos de Motores.

#### ✓ Motores Trifásicos:

Es un elemento actuador que se alimenta con tres fases, que se compone internamente por partes móviles, en el estator se que no es movable produce un campo magnético que induce corriente en las barras del rotor, produciendo un giro continuó debido a las variaciones continuas de la corriente alterna trifásica.

En la figura #10 se muestra la estructura de un motor trifásico.



*Figura # 29. estructura de un motor trifásico*

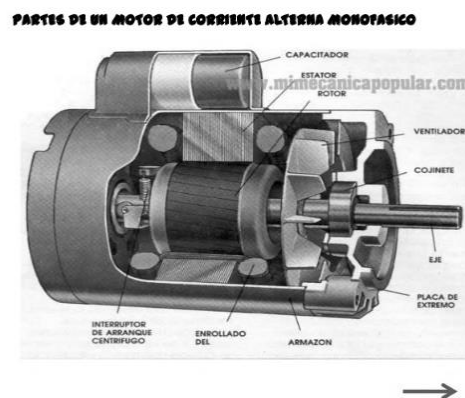
*Fuente: Tomada de Google. (encrypted-tbn3.gstatic.com, 2017)*

✓ **Partes de un Motor Trifásico:**

- ❖ Estator: esta parte no es movable constituido por un enchapado de hierro al silicio introducido generalmente a presión teniendo ranuras en donde es introducido en bobinado del alambre de diferentes diámetros según la potencia de este.
- ❖ Rotor: es la parte móvil del motor y está formado por el eje, el enchapado y unas barras de cobre o aluminio unidas a los extremos por tornillos a este tipo de motor se le conoce como jaula de ardilla ya que las uniones de las barras se asemejan a esta.

✓ **Motores Monofásicos:**

El motor monofásico o motor de fase partida asíncronos. Se basa en cambiar, al menos durante el arranque, el motor monofásico por un bifásico (que puede arrancar sólo). El motor dispone de dos devanados, el principal y el auxiliar; además, lleva incorporado un interruptor centrífugo cuya función es la de desconectar el devanado auxiliar después del arranque del motor. En la figura #34 se muestra un motor monofásico.



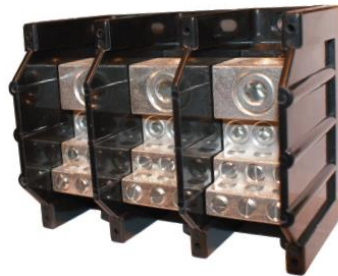
*Figura # 30. motor monofásico.*

*Fuente: Tomada de Google (Peter, 2017)*

## 1.8 Otras Aplicaciones.

### 1.8.1 Bloques de Distribución.

Los Bloques de distribución de energía fue diseñada para el cortocircuito alto de corriente nominal del circuito (SCCR) aplicaciones hasta 200.000 Amperios que están montados con el espaciamiento mínimo a cumplir con los requisitos UL 1953 para circuitos de alimentación en UL 508<sup>a</sup> paneles de control industriales, Y proporcionar Flexibilidad de cableado. Disponible en tres polos Estilo abierto y un solo polo Estilo incluido con una variedad de los arreglos terminales Y capacidad de transporte de corriente Hasta 570 amperes.



*Figura # 31.bloque de distribución*

*Fuente: tomada de catalogo (EATON, 2018)*

### 1.8.2 Tomas Industriales.

La gama de las tomas industriales en esta incorpora múltiples ventajas que mejoran y optimizan la instalación y la seguridad del usuario. Más que nunca, es ideal para las instalaciones que requieren características específicas de estanqueidad, de resistencia al impacto o temperatura, tanto en interiores como en exteriores son útiles en: Centros comerciales, hospitales, oficinas, industrias, industrias agroalimentarias, transportes, data centers y mercados.



*Figura # 32. tomas industriales (UNELSAC, 2018)*

*Fuente: tomada de catálogo (EATON, 2018)*

### 1.8.3 Bananas.

Las bananas macho de conexión y las Bananas hembras de conexión su aplicación está diseñados en sitio como laboratorios y equipos de medición instrumental. Existen Banana hembras y macho de 4mm, cuerpo de baquelita, sujeción con tornillos, multi alambre.



*Figura # 33.bananas*

*Fuente: tomada de catalogo (hobby, 2017)*

## 1.9 Tipos de Diagramas en Automatización.

### 1.9.1 Planos de Potencia.

En los planos de potencia se muestra la interconexión de los elementos que consumen mayor cantidad de potencia en el sistema, típicamente motores eléctricos. Usualmente contienen elementos tales como: motores, protecciones termo magnéticas (guardamotores), fusibles, protecciones magnéticas (breakers), térmicos, contactores (arrancadores), variadores de frecuencia, servo drives, el sistema trifásico de alimentación entre otros. (ESPANOL, s.f.)

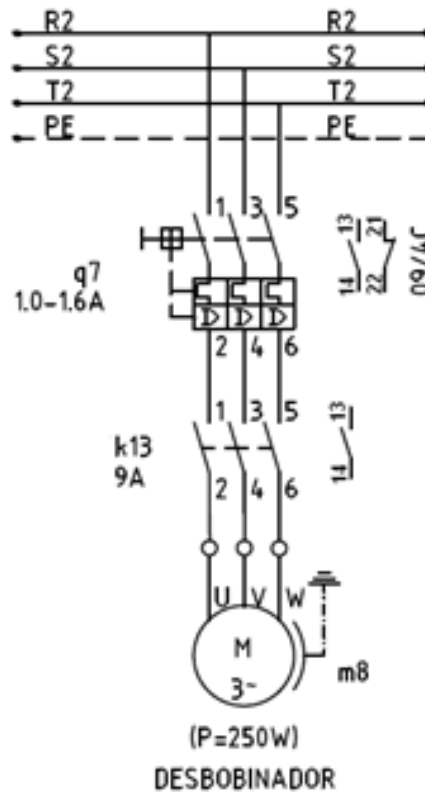
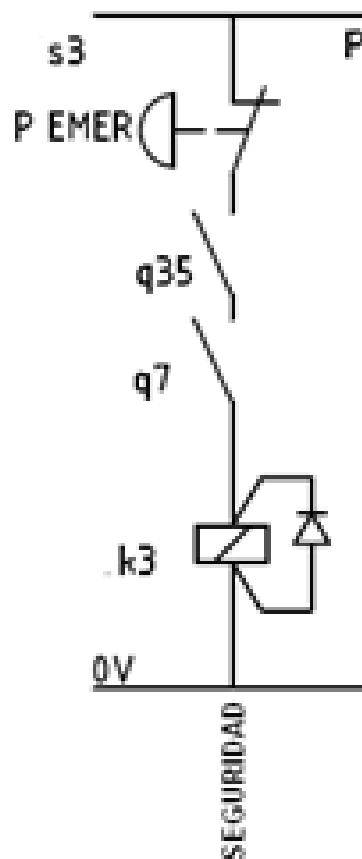


Figura # 34. diagrama de potencia.

Fuente: tomada de catalogo (ESPANOL, 2018)

### 1.9.2 Planos de Mando.

Los planos de mando o de control, describen la lógica de contacto del sistema, a veces esta lógica está destinada a gobernar los elementos mostrados en los planos de potencia. Usualmente contienen elementos tales como: botones, selectores, luces pilotos, bobinas (de válvulas o relés), contactos abiertos o cerrados (de relés o sensores) entre otros. La figura muestra un ejemplo de un diagrama de mando. (ESPANOL, s.f.)



*Figura # 35. diagrama de control.*

*Fuente: tomada de catalogo (ESPANOL, 2018)*



### 1.10 Constructivismo (pedagogía).

El constructivismo es una corriente pedagógica basada en la teoría del conocimiento constructivista, que postula la necesidad de entregar al estudiante las herramientas necesarias (generar andamiajes) que le permitan construir sus propios procedimientos para resolver una situación problemática, lo que implica que sus ideas puedan verse modificadas y siga aprendiendo. El constructivismo considera holísticamente al ser humano.

El constructivismo propone un paradigma donde el proceso de enseñanza se percibe y se lleva a cabo como un proceso dinámico, participativo e interactivo del sujeto, de modo que el conocimiento sea una auténtica construcción operada por la persona que aprende (por el «sujeto cognoscente»). (Bandura, 2014)



Figura # 36. Modelo pedagógico de una educación constructiva.

Fuente: Google: (educación., 2016)

Modelo pedagógico de una educación constructiva

### 1.10.1 Diversas Percepciones del Constructivismo.

El modelo del constructivismo o perspectiva radical que concibe la enseñanza como una actividad crítica y al docente como un profesional autónomo que investiga reflexionando sobre su práctica, si hay algo que difiera este modelo con los tres anteriores es la forma en la que se percibe al error como un indicador y analizador de los procesos intelectuales; para el constructivismo aprender es arriesgarse a errar (ir de un lado a otro), muchos de los errores cometidos en situaciones didácticas deben considerarse como momentos creativos.

Para el constructivismo la enseñanza no es una simple transmisión de conocimientos, es en cambio la organización de métodos de apoyo que permitan a los participantes construir su propio saber. Ausubel. (A., 2009)



Figura # 37.Enfoque constructivista.

Fuente: Tomada de Google (Sigman, 2016)

El constructivismo educativo propone un paradigma en donde el proceso de enseñanza se percibe y se lleva a cabo como un proceso dinámico, participativo e interactivo del sujeto, de modo que el conocimiento sea una auténtica construcción operada por la persona que aprende (por el "sujeto cognoscente"). El constructivismo en pedagogía se aplica como concepto didáctico en la enseñanza orientada a la acción.

Como figuras clave del constructivismo cabe citar a Jean Piaget y a Lev Vygotski. Piaget se centra en cómo se construye el conocimiento partiendo desde la interacción con el medio. Por el contrario, Vygotski se centra en cómo el medio social permite una reconstrucción interna. La instrucción del aprendizaje surge de las aplicaciones de la psicología conductual, donde se especifican los mecanismos conductuales para programar la enseñanza de conocimiento.

Existe otra teoría constructivista (del aprendizaje cognitivo y social) de Albert Bandura y Walter Michel, dos teóricos del aprendizaje cognoscitivo y social.

Aunque sus raíces pueden remontarse a filósofos como Giambattista Vico, puede considerarse como iniciadores del constructivismo a los psicólogos George Nelly en clínica (con su Psicología de los Constructos Personales de 1955) y Jean Piaget, psicólogo suizo que comenzó a estudiar el desarrollo humano en los años veinte del Siglo XX en psicología del desarrollo (con su "epistemología genética" es decir, el estudio de los orígenes psicológicos de la teoría del conocimiento individual).

### 1.11 Modelo ADDIE.

El modelo ADDIE es un marco que lista procesos genéricos que utilizan diseñadores instruccionales y desarrolladores (Morrison, 2010).

Representa una guía descriptiva para la construcción de herramientas de formación y apoyo gracias al desarrollo de sus cinco fases que proceden de las iniciales de cada una de ellas en inglés:

- Análisis
- Diseño
- Desarrollo
- Implementación
- Evaluación



Figura # 38. ADDIE

Fuente: Tomada de Google. (Daniel, 2017)

Este es un modelo de diseño utilizado por muchos diseñadores instruccionales profesionales para la enseñanza basada en la tecnología. ADDIE ha sido casi un estándar para los programas de educación a distancia de alta calidad desarrollados por profesionales ya sea online o impresos. También es muy utilizada en la formación corporativa.

Una de las razones para el uso generalizado del modelo ADDIE es que es extremadamente valioso para diseños de enseñanza complejos. Las raíces de ADDIE se remontan a la Segunda Guerra Mundial y derivan del diseño del sistema, que fue desarrollado para gestionar los complejos desembarcos de Normandía.

Una de las razones por las que ha tenido tanto éxito es que está fuertemente asociado con el diseño de buena calidad, con objetivos claros de aprendizaje, contenidos cuidadosamente estructurados, cargas de trabajo controladas para profesores y estudiantes, la integración de diversos medios, actividades relevantes para los estudiantes y la evaluación ligada a los resultados de aprendizaje deseados. Estos principios de diseño pueden aplicarse con o sin el modelo ADDIE. Sin embargo, ADDIE es un modelo que permite identificar estos principios de diseño para aplicarlos de manera sistemática y exhaustiva. También es una herramienta de gestión muy útil, que permite diseñar y desarrollar un gran número de cursos a un alto estándar de calidad.

El enfoque ADDIE se puede utilizar con proyectos de enseñanza de cualquier tamaño, pero funciona mejor con proyectos grandes y complejos. Aplicado a los cursos con números pequeños de estudiantes y un diseño deliberadamente simple o tradicional en el aula, se convierte en una alternativa cara y posiblemente redundante, aunque no hay nada que impida a un profesor seguir esta estrategia al diseñar y ofrecer un curso.

## **1.12 Normas de Seguridad.**

El Código Eléctrico Nacional (NEC), o NFPA70, es un estándar de los Estados Unidos para la instalación segura de cableado y equipos eléctricos.

### **1.12.1 Código Eléctrico Nacional.**

El NEC es un documento preparado por consenso de una serie de paneles en los que 9 expertos nacionales desarrollan un conjunto de requisitos específicos y detallados. Estos requisitos se basan en prácticas establecidas desde hace mucho tiempo, complementado por un proceso de revisión permanente con un ciclo de 3 años. El NEC es generalmente adoptado por jurisdicción, ya sea en su totalidad o con algunas modificaciones, y se convierte así en autoridades de inspección. Existen excepciones notorias, sin embargo, en el campo de aplicación: el poder instalaciones de generación y distribución de las empresas eléctricas no están reguladas por el NEC, sino que tienen estándares de seguridad; Las instalaciones gubernamentales estadounidenses no están reguladas por el NEC, (Capítulo 3.8.2 RET (1100™, 2005)).

#### **NFPA 70. Código Eléctrico Nacional**

Es el código más utilizado y aceptado del mundo para instalaciones eléctricas.

#### **NFPA 101. Código de Seguridad Humana**

Establece los requisitos mínimos para los edificios nuevos y existentes para proteger a los ocupantes del edificio del fuego, humo y gases tóxicos. (JACOME, 2011)

#### **NFPA 70E Norma para la Seguridad eléctrica en lugares de trabajo Edición 2004**

Esta edición de NFPA 70E, No 17na para la seguridad eléctrica en lugares de trabajo, fue preparada por el Comité Técnico de Seguridad Eléctrica en los Lugares de Trabajo, fue aprobada por National Fire Protection Association, Inc., en su Reunión celebrada en noviembre 17-19, 2003, en Reno, NV. Fue publicada por el Consejo de Normas el 14 de enero de 2004, con fecha oficial efectiva febrero 11, 2004, y reemplaza todas las ediciones anteriores.

### 1.12.2 Peligro Eléctrico.

Seguridad: condición sin riesgos críticos o intolerables.

**Propósito de un Sistema de Seguridad:** reducir los riesgos a un nivel tolerable. Reducir las tasas de pérdidas (humanas, materiales y paro de procesos) y costos asociados. Lo anterior, significa también un aumento de producción, dado que son menores las interrupciones al proceso y menores los costos de seguros y daños. Peligro eléctrico: Una condición “peligrosa”, tal que, ante un contacto o la falla de equipos, ésta puede resultar en un choque eléctrico, quemadura de relámpago de arco, quemadura térmica o ráfaga. (NFPA 70E, Art. 100 Definiciones).



Figura # 40. Tomada de Google.

Fuente: tomada de Google (C, 2016)



Figura # 39. Tomada de Google.

Fuente: tomada de Google (NFPA 70E, Art. 100)

### Arc Flash Hazard

(Peligro de relámpago de arco): Condición peligrosa que se asocia con la liberación de energía causada por un arco eléctrico (NFPA 70E).

#### EFFECTOS DEL ARCO ELÉCTRICO



Figura # 41. Tomada de Google.

Fuente: tomada de un libro (Arcila, 2014)

### 1.13 Recomendaciones de Seguridad en los Laboratorios. (Pozueta, 2015).

- ❖ Todo circuito que se monte debe tener protección (interruptor o breaker) de capacidad adecuada.
- ❖ El interruptor debe estar abierto durante el proceso de montaje de la práctica. Solo Debe cerrarse hasta que el profesor o monitor revisen el equipo.
- ❖ En caso de requerir cambio de instrumento o de elementos en el circuito, proceder a Abrir la protección para cambiar el instrumento o elemento. Una vez realizado esto, Proceder a energizar nuevamente y circuito.
- ❖ No utilizar anillos, cadenas, pulseras y en general ningún objeto metálico durante la Práctica.
- ❖ No debe utilizar camisas de manga larga o buzos durante la práctica.
- ❖ Debe emplear zapatos cerrados con suela de goma.
- ❖ Mantenga el cabello recogido.
- ❖ Mantener las manos con baja humedad.
- ❖ Evitar tocar cualquier elemento energizado, ya que los músculos de las manos son Retráctiles. Al tocar algo energizado la mano se cierra y queda agarrada del objeto.
- ❖ Durante el desarrollo de la práctica en los laboratorios, el estudiante debe estar Consciente de lo que está haciendo y no debe distraerse.
- ❖ Los maletines no pueden permanecer en las zonas de paso, colóquelos en un lugar que no interfiera con la práctica.
- ❖ Los objetos ajenos a la práctica no pueden permanecer encima de las mesas de trabajo.
- ❖ Absténgase de consumir alimentos dentro de laboratorio.
- ❖ Las salidas y pasillos de circulación deben de permanecer despejados.
- ❖ No ingresar en estado de embriaguez o bajo efecto de sustancias alucinógenas al Laboratorio.
- ❖ Las puertas del salón deben permanecer abiertas durante la clase.



### 1.13.1 ¿Qué hacer en caso de accidente eléctrico? (Arjona, 2001)

- ❖ Desconectar (des energizar) todos los circuitos de protección: interruptores de mesa, Bornes de tableros, breakers de los tableros de cada laboratorio.
- ❖ Informar inmediatamente al servicio médico para la atención médica Inicial: Área de salud, bienestar universitario, enfermería.
- ❖ Utilizar un palo de madera o un elemento aislador para desconectar, aislar a la persona del elemento energizado.
- ❖ No tocar a la persona directamente si el circuito se encuentra energizado.
- ❖ No prestar primeros auxilios si no se encuentra capacitado.

## **CAPITULO 2: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.**

### **2.1 Análisis y Presentación de los Resultados.**

En este capítulo se explicará la metodología utilizada en el diseño del módulo didáctico con los componentes que ha de llevar, normas de seguridad humana y de equipos. El PLC Siemens versión 8 de logo<sup>2</sup>, es un autómata de fácil manejo en su programación; y posee varias ventajas y características que lo hacen ser una buena elección para automatización de los procesos. Las guías de laboratorios describen los procesos más sencillos y de mayor frecuencia que se implementan en los procesos de las industrias de capital extranjero y nacional del país.

### **2.2 Etapa de Análisis.**

En esta etapa se hicieron entrevistas<sup>3</sup> a los alumnos de la FEC, egresados, cuarto y quinto año de las diferentes carreras, de los 18 entrevistados 14 manifiestan no tener un módulo didáctico, y de los 18, 12 manifestaron no tener equipos actualizados para realizar sus prácticas de laboratorios.

De acuerdo con esta información establecimos algunos parámetros para nuestro diseño con el objetivo de que en un futuro no muy lejano pueda ser implementado.

Se realizó entrevistas<sup>4</sup> a algunos docentes de la FEC, en donde se observa que les gustaría tener un módulo didáctico de enseñanza aprendizaje, en donde los alumnos puedan ampliar sus destrezas y conocimientos, ya que esta enseñanza es para toda su vida viéndolo como una aplicación interesante en el laboratorio.

---

<sup>2</sup> Logo: Lógica programable

<sup>3</sup> ANEXO A 17.

<sup>4</sup> ANEXO A 18.

Se realizó una encuesta al profesor Jaime Álvarez Calero<sup>5</sup>, que imparte clases de control y circuitos eléctricos; respondió que los equipos utilizados de PLC se encuentran montados en tablillas; también dejó en claro que los equipos utilizados en los laboratorios que refleja la encuesta no cuentan con PLC actualizados y en sus recomendaciones, nos refleja una actitud positiva para un módulo que se pueda implementar en un futuro no muy lejano con equipos actualizados de PLC, entre otros.

En esta etapa se realizó una entrevista al actual docente de la asignatura de control aplicado Ing. Álvaro Antonio Gaitán<sup>6</sup>, en donde deja planteada casi las mismas respuestas que el profesor Jaime Álvarez Calero. Esta entrevista con el profesor Gaitán, fue con el fin de obtener los requerimientos del diseño del módulo, estableciendo parámetros como:

- a) Protecciones adecuadas que garanticen la seguridad de los equipos y la vida humana.
- b) Las guías de laboratorio relacionadas con el contenido de la clase.
- c) Actualización de los PLC.
- d) Guía de usuario del diseño del módulo didáctico.

Se realizó una visita al laboratorio de automatización<sup>7</sup> de la FEC, y el encargado el Br. Luis Fernando Ruiz, nos mostró los equipos<sup>8</sup>; en donde los estudiantes de la clase de control realizan sus prácticas para los diferentes ejercicios que realizan en ellas. En la figura #39 se puede observar uno de los equipos con que hacen sus prácticas; el cual contienen un logo versión 3 en condiciones de deterioro, así como la carencia de actuadores y captadores que vayan de acorde a este dispositivo, sin dejar atrás los dispositivos de protección que estas deben de tener para la protección de los estudiantes o de los equipos mismos.

---

<sup>5</sup> ANEXO A 18.

<sup>6</sup> ANEXO A 18.

<sup>7</sup> ANEXO A 2. Foto tomada en el laboratorio de automatización.

<sup>8</sup> ANEXO A 3. Foto de PLC montado en una tabla.



*Figura # 42: foto tomada en los laboratorios de electrónica.*

*Fuente: Tomada por el autor.*

También se hizo visita a los diferentes laboratorios de la FEC, y pudimos observar que, en el laboratorio de circuitos eléctricos, presentaban un módulo didáctico para la enseñanza aprendizaje de los estudiantes de la carrera de ingeniería eléctrica, en la figura #40 se puede observar. en el laboratorio de computación ninguno módulo didáctico y por último el de automatización de la carrera que nos corresponde; en donde ya hicimos referencias.



Figura # 43. foto tomada en los laboratorios de eléctrica.

Fuente: Tomada por el autor.

Debemos destacar que las guías de laboratorios están dirigidas a los alumnos del quinto año de la clase de control aplicado; en donde el ingeniero Gaitán, es el actual tutor. Esta asignatura, contempla una de las unidades llamada “estudio y aplicaciones de los controles de lógica programable”, en donde abordan los PLC, el concepto de automatización, estructura, programación Ladder bajo el estándar IEC 61131-3 y sus aplicaciones en la industria.

Estos tendrán por objetivos los siguientes:

- Contrastar las diferentes alternativas para la implementación de un controlador, cableada o programable, considerando aspectos como el tiempo de desarrollo, costo, robustez, y la escalabilidad del mismo.
- Elaborar el programa para un controlador de lógica programable utilizando las herramientas apropiadas.
- Apoyar a sus compañeros en la elaboración de programas de control que serán implementados mediante PLC.

Las guías que el docente ha utilizado son de aproximadamente del año 2015, las cuales utilizaban el software LogixPro, simulador de PLC que está especialmente orientado hacia el software Rockwell RSLogix 500, programa que se ha hecho obsoleto a través del transcurso de los años, de ahí en adelante no se han elaborado más guías para las prácticas de PLC en el laboratorio de automatización.

Los alumnos deben tener conocimientos previos requeridos de acuerdo con el programa analítico<sup>9</sup> para cursar esta asignatura, entre ellos:

- Leyes, principios, y teorías que gobiernan el funcionamiento de los principales dispositivos, analógicos, digitales, y de potencia, utilizados para implementar sistemas electrónicos.
- Métodos, técnicas y herramientas para el diseño e implementación de sistemas electrónicos para solucionar problemas en los campos de las telecomunicaciones, automatización industrial y control automático, y electromedicina, entre otros.
- Teoría de control clásico e inteligente, Instrumentación industrial, controladores de lógica programable y fundamentos de la robótica industrial.
- Método Científico para el desarrollo de proyectos de investigación y/o desarrollo.
- Normativas y estándares para la implementación e instalación de sistemas electrónicos en las diferentes áreas de conocimiento.
- Podemos poner en primer lugar el hecho de haber aprobado la asignatura de sistemas de control que contempla el estudio de métodos, técnicas y herramientas para análisis y diseño de sistemas de control retroalimentado automático.

---

<sup>9</sup> ANEXO A 19. Programa Analítico.



En esta etapa, seguiremos refiriéndonos al corazón del diseño, LOGO! 8 de Siemens que constituye la solución idónea para tareas de automatización básicas, sirve para la intuitiva creación de programas, simulación de proyectos y documentación para los usuarios de Logo!; Orientado a aplicaciones de automatización industrial.

La decisión de haber tomado esta versión de logo es para estar al tanto de la tecnología para las industrias y porque no decir; el de ofrecer alternativas innovadoras para mejorar sus procesos tanto en producción como en calidad. Asegurando a los futuros ingenieros un porvenir.

Para escoger el PLC que llevaría nuestro diseño se tomaron en cuenta el zelio logic SR3B101FU, que se encuentra en el mercado nicaragüense y que es utilizado también para tareas de automatización industrial que posee características similares al logo RCE 230 versión 8 de siemens; pero con la diferencia de la comunicación vía Ethernet comunica con otros logos u otros equipos simatic S7. El interfaz Ethernet elimina la necesidad de cables adicionales para la programación o la conexión con el TDE. Será suficiente con disponer de un cable estándar Ethernet.

Servidor web integrado en todas las unidades básicas de control y mando con logo A través de WLAN e Internet. Protegido mediante contraseña y adecuado para todos los navegadores convencionales. El servidor web es fácil de configurar a través de un clic del ratón en el software. Sin necesidad de conocimientos de programación HTML. Los usuarios pueden seleccionar libremente las opciones de visualización deseadas para usar el logo pantalla o la pantalla TDE. logo 8 puede ser utilizado con Smartphone, Tablet o PC, con el mismo aspecto que en una LOGO pantalla o pantalla TDE. logo 8 requiere conexión con router.

A continuación presentamos algunas semejanzas y diferencias de ambos PLC:

Semejanzas		
ítem		
1	Tensión nominal de alimentación de 100 – 240 Vac.	
2	4 salidas de relé.	
3	Frecuencia de alimentación 50 – 60 Hz.	
4	Protección IP20. Y estándar IEC 61131	
5	Programación en lenguaje LADDER o en lenguaje de diagrama de bloques de funciones y Grafcet SFC.	
	Diferencias	
Salidas digitales	8	6
Alimentación	115 – 240 V <sub>DC</sub>	Solo corriente alterna
interfaz	Ethernet y web server integrado	Cable USB
Precio	\$150	\$135



### **2.3 Etapa de Diseño.**

En esta etapa se investigó con exhaustividad sobre los diferentes módulos didácticos en los laboratorios de tecnologías aplicado a los PLC, que se utilizan en los laboratorios de la FEC, así también como el software de programación para ejecutar las diferentes tareas que se asignan a realizar en estas tecnologías.

El diseño del módulo es un sistema amigable, en el cual se emplean los componentes eléctricos más comunes en la industria nicaragüense. El principal componente es un controlador lógico programable, él se encargará de realizar el control del sistema de cada proceso para los desarrollos de las guías de laboratorio.

El módulo se diseñó lo más fidedigno a las normas eléctricas del código eléctrico nacional NEC, utilizando los componentes más usuales de la industria nicaragüense; esto permitirá la mitigación de riesgos eléctricos al estudiante y docentes por daños de la vida humana y seguridad de los equipos.

### 2.3.1 Especificaciones Constructivas del Módulo.

El diseño del módulo se tuvo en cuenta que fuera cómodo y maniobrable; con estructura rodante (garrucha con freno de 3 pulgada en cada esquina) esto hace que sea más fácil desplazamiento y resistente al peso del módulo, teniendo en cuenta que el piso del laboratorio es liso y fácil de acceso, en la tabla se presenta las características generales de la carrucha.

Ficha técnica

Marca	Winds	Modelo	2"
Tipo	Garrucha	Material	PVC/Metal
Color	Gris	Características	Ideal para trasladar y/o movilizar muebles fácilmente.
Observaciones	Tener en cuenta el tipo de piso.	Número de piezas	1
Advertencia de uso	No exceda el peso máximo de carga.	Garantía	1 Año

Tabla #6. Ficha técnica de la carrucha.

Fuente: (PROMART, 2019)



Figura # 44. Figura de Garrucha con freno

Fuente: creada por los autores

Cuenta con una altura de 1.6 metro x 0.50 metro de ancho permitiendo un nivel de maniobra adecuado, balance apropiado y con un peso aproximado de 42Kg= 92.4 Lb basado en la estructura metálica más los componentes eléctricos instalados, de igual manera se tomó en cuenta que tuviese en el diseño, la estética y la ubicación exacta de cada uno de los elementos actuadores y captadores a utilizar.

Está diseñado para soportar el manejo normal de los estudiantes al realizar las prácticas, todos sus materiales (soportes y estructura) son resistentes; fundamentalmente de aluminio de bronce, cabe destacar que en nuestras propuestas se pretende mantener un diseño con un costo estimado que llenará las expectativas de los alumnos y docentes. en la figura #45 se muestra las estructuras del módulo.

Se diseño un gabinete de control manufacturado a las dimensiones del módulo para realizar las conexiones eléctricas interna del módulo, estará ubicado en la parte interior de la estructura del módulo. Se construirá con lámina de aluminio liza con chapa 16, con soldadura de especializada de arco y luego pintado con pintura color gris. El usuario asignado del módulo será el único para el acceso a abrir internamente el gabinete para algún cambio adicional a los equipos instalados. en la figura #46 se muestra las estructuras del módulo.

En la figura #47 se puede apreciar la estructura completa y armada con el gabinete de control de las conexiones internar de los elementos a utilizar.

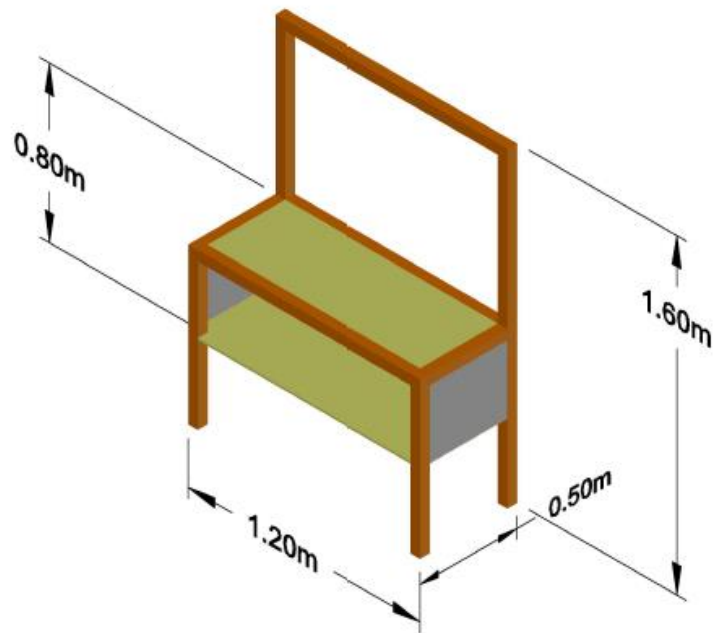


Figura # 45. Estructura metálica del módulo.  
Fuente: *creada por los autores en AutoCAD 2017.*

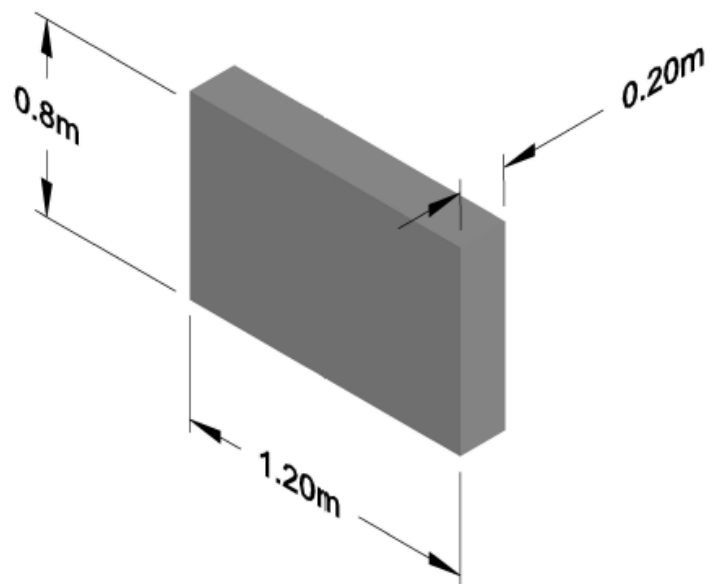


Figura # 46. Gabinete del cableado eléctrico.  
Fuente: *creada por los autores en AutoCAD 2017.*

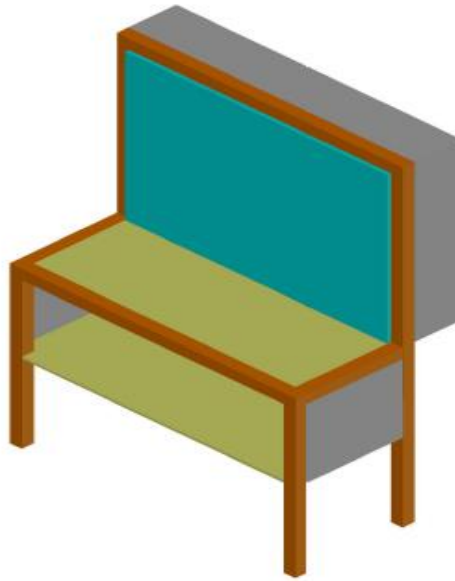


Figura # 47. Estructura completa armado con el gabinete de control.

*Fuente: creada por los autores en AutoCAD 2017.*

### 2.3.2 Tipos de elementos a utilizar.

Se ha tomado en cuenta que debe estar constituido de tal forma que facilite el aprendizaje e ilustre claramente las partes más importantes en los procesos más comunes de la industria nacional, tomando en cuenta las normas establecidas para la instalación de los diferentes dispositivos eléctricos-electrónicos. Para haber considerado los componentes que se utilizarán, se inicia con la potencia demandada en la cual se hará las simulaciones de los procesos industriales, en todo caso nos referimos a la potencia de los motores asíncronos propuestos en nuestro diseño, como iniciación de los componentes de mando y fuerza.

✓ **Características técnicas de los motores propuestos:**

Dentro de la gama de los motores eléctricos se tomaron por definición los motores de 1/2 HP/3F+T. Debido a que son más económico, pesan menos y son fácil de manipular. Basado en la Tabla 430-150 del Código Eléctrico Nacional NEC la corriente a plena carga para un motor de 1/2 HP con una tención nominal 220Vac, equivalente a una corriente de 2.2 Amp.

✓ **Configuración eléctrica de los motores trifásicos de jaula.**

Se contemplarán y se desarrollarán en las prácticas de:

- ✓ arranque directo.
- ✓ arranque estrella-triángulo,

Arranque estrella-triángulo de los motores trifásicos vendrán con la siguiente configuración como lo muestra en la figura #46. Configurarán de manera externa con juegos de borneras en conjunto de los contactores.

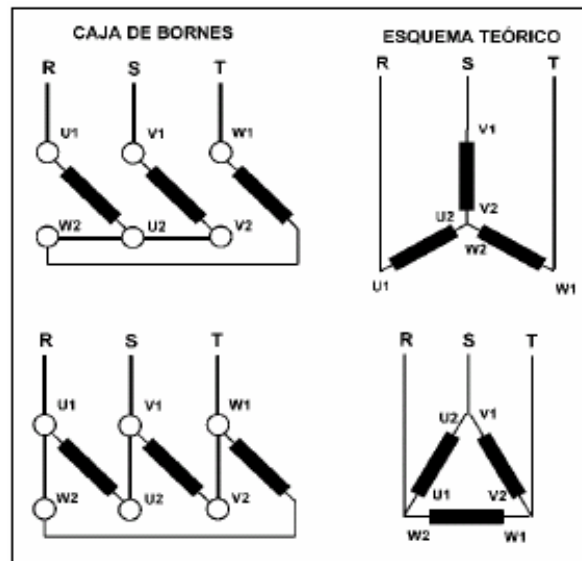


Figura # 48.Tomada de Google.

(Narvadez, 2005)

La selección de los elementos de protección de potencia (fuerza) para la energización de los motores eléctricos propuestos en los ensayos del módulo, se realizará en base a la potencia de cada motor ( $\frac{1}{2}$  HP 3F+T/220V). usaremos los catálogos de los fabricantes para tomar los elementos de protección que corresponden según la potencia.

Una vez determinado los elementos de protección eléctricos de un motor, aplica para los tres motores eléctricos propuesto en el módulo ya que son de la misma potencia.

**Potencia total del motor**

**3F+T/220V**

$$\frac{1}{2} \text{ HP} = 746 \text{ W}$$

En la protección contra cortocircuitos y la protección contra sobre cargas usaremos el guardamotor **PKZM0-4 con regulación térmica 2,5 - 4 A**, como un elemento muy usual en la industria nicaragüense requerido por la IEC/EN 920947-4-1.

Como elemento de maniobra para el control de potencia de la energización de los motores consideramos el **contactor DILM7-10, 3 polos de potencia, 230V50/60HZ** más un contacto auxiliar NO incorporado con dos contactos auxiliares lateral NO Y NC.

Los interruptores automáticos con elementos de disparo térmicos seleccionado el **AUTOMATO MG 3 Polo 4 Amperios 240/480VAC.**

Usaremos como distribución eléctrica de los cableados de potencia, el elemento conocido como **POWER BLOCK ENTRADA: 4-2/0 SALIDA: 6X14AWG**

Los elementos de control en el módulo didáctico, seleccionamos una serie de dispositivos, la opción de ellos se realizó al juicio experto de los cuales son:

LIMIT SWITCH PULSADOR-RODILLO 1NA-1NC 10A 240V IP6.



*Figura # 49. Final de Carrera.*

(EATON, Mando y señalización, 2008)

SENSOR INDUC.30MM 2H 1NA SENSADO 15MM 24-240VAC.



*Figura # 50. Sensor Inductivo.*

(siemens, 2015)

PULSADOR START-STOP EN CAJA 1NA+1NC IP65.



*Figura # 51. Pulsador.*

(SIEMENS, SIEMENS.COM, 2018)

SELECTOR 3POS. FIJAS 2NA/NC 30MM TELEMCA



*Figura # 52. Selector.*



(EATON, 2018)

BOMBILLO P/TORRE 10W 120V SCHNEIDER.



*Figura # 53. Torre Led.* (Schneider, 2018)

RELE ENCHUF. MINIA I. 6A 24VAC 4NA/NC C/LED S/BASE



*Figura # 54. Mini Relé.* Schneider, 2018)

Transformador de control 150VA P:120-240VAC S: 12-24VAC.



*Figura # 55. Transformador*  
(siemens, 2015)

La red eléctrica que se encuentra en el laboratorio de automatización es trifásica (3 Fases / Neutro + Tierra) configuración en estrella, luego se mencionará parte de ella.

✓ **Identificación del tipo red eléctrica existente.**

Para iniciar el diseño eléctrico se consideró como primer paso el tipo red eléctrica existente en el laboratorio, encontrando una red tipo trifásica 3F/N+T en configuración estrella. en la figura #48, 49, 50 y 51 se observa las mediciones tomada en sitio. Se tomaron medición de temperatura de ambiente y humedad relativa para determinar el nivel de porcentaje de humedad.

Como segundo paso se eligieron dos motores eléctricos como la mayor potencia demandada en el módulo. En la tabla 1 se muestra los valores de voltaje medidos en el laboratorio de automatización.

Mediciones eléctricas del sitio.								
Descripción	L1	L2	L3	L1/N	L2/N	L3/N	N	T
Voltaje	211V	210V	210V	122V	121V	120V	0.2V	0V

Tabla #2. Mediciones de voltaje trifásico

Fuente: creada por el mismo autor.



Figura # 56. Foto tomada por el autor.



Figura # 57. Foto tomada por el autor.



Figura # 59. Foto tomada por el autor.



Figura # 58. Foto tomada por el autor.

### 2.3.3 Cálculo de potencia y corriente para los motores trifásico.

Para calcular los consumos de corriente de cada uno de los motores y con el fin de obtener la corriente total de estos, se realizó con la siguiente fórmula:

Fórmulas para calcular los consumos de energía de los motores.	
HP	$\frac{I \times E \times \text{Eff} \times 1.73 \times \text{PF}}{746}$
HP a Amperes	$\frac{\text{HP} \times 746}{1.73 \times E \times \text{Eff} \times \text{PF}}$

Tabla #1. formulas.

Fuente: creada por el mismo autor.

En la tabla #2 se muestra la potencia en KW para determinar el consumo de los motores.

Cálculo eléctrico de motores trifásicos		
Tipo de Motor:	MOTOR DE INDUCCIÓN	
Tipo de alimentación:	Trifásico	
Cantidad de motores:	3	
Potencia:	0.5	HP
Potencia Activa salida:	1.119	KW
Voltaje nominal:	220	V
Frecuencia de alimentación:	60	Hz
Corriente nominal:	2.4	A
FP:	0.86	
Eff.:	91	%
Factor de Servicio:	1.15	
N° de Polos:	4	
Velocidad de sincronismo:	1800	RPM

Tabla #2. potencia demandada.

Fuente: creada por el autor.

✓ **Datos técnicos del consumo de los equipos eléctricos y electrónico.**

Para determinar la potencia eléctrica demanda del módulo se realizó un estudio técnico de los equipos eléctricos; investigado las especificaciones técnicas de ellos, En la tabla #3. Se muestra las características técnicas en relación con el voltaje, corriente y potencia de los componentes eléctrico a utilizar, para determinar la demanda de consumo eléctrico del módulo.

Tabla de consumo eléctrico de los quipos.								
Item	Cantidad	Descripción		Voltaje	Amperios		Potencia	
				(V)	(A)			
1	1	LOGO! V8 230RCE,logic module, display PS/I/O:		230-120/AC	0.5	A.	60	W
2	1	LOGO DM8 230 MOD. AMP. SIEM		230-120VDC/AC	0.12	A.	14	W
3	1	TRANS. DE CONTROL DE 150 VA. P=120/240 S=12/24		120 VAC	1.25	A.	150	W
4	3	CONTACTOR SIEMENS 9A 24V		24VDC/AC	0.35	A.	9	W
5	3	MOTOR SIEMENS 3F 1/2 HP 120/220V 1800 RPM		220VAC	3.75	A.	1135.5	W
6	1	SENSOR DE APROXIMACION 4-20MA,		24VDC/AC	0.1	A.	-	W
7	2	LED INDICADORA 220V/.5A		220VAC	0.5	A.	60	W
				AMP. TOTAL	6.57	A.	1428.5	W

Tabla #3. datos técnicos de consumo de los equipos.

Fuente: tomada por los autores.

La carga total del módulo y criterios de diseño es de 1,428.50 WATT, considerando un margen de crecimiento a futuro del módulo 20% de carga es de 1,714.2 WATT.

Consumo total de corriente: **4.71 ~5 AMP.** para un sistema trifásico.

### ❖ Cálculos de la acometida eléctrica del módulo y breaker principal.

Para determinar el conductor de alimentación eléctrica del módulo, debemos de saber la potencia demanda, vasado en la tabla #3 más el margen de protección de consumo de carga eléctrica será: **4.71 ~5 AMP**

Todos los fabricantes de conductores de baja tensión como, Viakon, Phelps Dodge suministran tablas de calculador de cables de bajos voltajes, de igual manera el código eléctrico suministra una tabla de corriente de los conductores

eléctricos. En la tabla 310-16 del NEC<sup>10</sup>. muestra la ampacidad de los conductores, en este caso se utilizará un cable TSJ<sup>11</sup> ya que la corriente es baja y la carga no es continua.

El Conductor estimado es el TSJ 4X12 (3F+T).

Ahora para calcular el conductor de tierra adecuado para la acometida eléctrica utilizando un breaker de 15 Amperio de carga nominal, seguridad humana y los equipos; el conductor de tierra mínimo es #12 AWG. según el NEC 250.95<sup>12</sup>

En el cálculo del breaker de protección principal el NEC<sup>13</sup> recomienda que las protecciones eléctricas de los breakers o disyuntores se dimensionen al 100% de la carga no continua + el 125% de la carga continua, obteniendo como resultado: un breaker de 3x15 Amp. para cargas no continua.

---

<sup>10</sup> ANEXO A 4.tabla 310.16 de NEC.

<sup>11</sup> ANEXO A 5. característica de los TSJANEXO A 6. tabla de conductores TSJ

<sup>12</sup> ANEXO A 7 tabla de tierra para acometidas eléctricas. NEC 250.95

<sup>13</sup> ANEXO A 8. Imagen aplicando el NEC 384-16 (C).

## **2.4 Lista de Materiales Eléctrico, Estructural y Estimación de Costo del Módulo Completo.**

En esta sección se presentará la lista total de los materiales que se consideraron para el diseño y el costo real de proyecto incluyendo mano de obras, tanto estructural y eléctrico. en la tabla #5 se podrá apreciar.

El costo de los materiales directo sin incluir ningún imprevisto es de \$ 4,636.65 dólares con sesenta y cinco centavos. se presentará una tabla de costo real del proyecto con mano de obra incluida, viáticos y supervisión técnica del proyecto en la tabla #5 se aprecia el costo real del proyecto.

TABLA DE COSTO REAL DEL PROYECTO									
		A	B	A+B	C	D	C+D	D	(A+B)+(C+D)+(E+F)+D
ítem	Descripción	Costo Mano de Obra	Costo Materiales	Costo Totales	Imprevistos Mano de Obra	Imprevistos en Materiales	Imprevistos Totales	Viaticos	Precio TDN
1	DISEÑO DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA."	\$900.00	\$4,031.87	<b>\$4,931.87</b>	\$45.00	\$201.59	<b>\$246.59</b>	\$78.88	<b><u>\$5,257.34</u></b>
Total		<b>\$900.00</b>	<b>\$4,031.87</b>	<b>\$4,931.87</b>	<b>\$45.00</b>	<b>\$201.59</b>	<b>\$246.59</b>	<b>\$78.88</b>	<b>\$5,257.34</b>

*Fuente: creada por el autor.*

*Tabla #4. Tabla de costo de los materiales del proyecto.*



DISEÑO DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA.”

LISTA DE MATERIALES ELECTRICOS Y ESTRUCTURA.

Ítem	Cantidad	U/M	Descripción	P.U	P.T	OBSERVACION
1	1	UNIDAD	LOGO 8! 12/24 RCE 6ED1052-1MD00-0BA8	\$161.70	\$161.70	
2	1	UNIDAD	LOGO DM8 24 MOD. AMP. SIEM	\$131.00	\$131.00	
3	2	UNIDAD	MOTOR SIEMENS 1F 1HP 120/220V 1800 RPM 1RF30564YC41-A7	\$170.00	\$340.00	
4	1	UNIDAD	CONTACTOR SIEMENS 9A 120V	\$18.00	\$18.00	
5	1	UNIDAD	TRANS. DE CONTROL DE 150 VA. P=120/240 S=12/24 VAC	\$120.00	\$120.00	
6	1	UNIDAD	AUTOMATO 1 POLO 2 AMP SIEMENS 5SX1-102-7 C2A	\$38.00	\$38.00	
7	3	UNIDAD	AUTOMATO 3 POLO 10 AMP SIEMENS 5SX1 310-7 C10A	\$35.00	\$105.00	
8	2	UNIDAD	PULSADOR START O STOP 3NO/3NC 30MM MULTICOLOR	\$35.00	\$70.00	
9	3	UNIDAD	GUARDA MOTOR 6.3 AMP A 10 AMP SIEMENS	\$25.00	\$75.00	
10	2	UNIDAD	SELECTOR SIEMENS IO-II 2NA_3SB3210-2DA11	\$12.00	\$24.00	
11	1	UNIDAD	POTENCIOMETRO 2W 50V 5K OHM EATON	\$70.00	\$70.00	
12	2	UNIDAD	FINAL DE CARRERA.	\$45.00	\$90.00	
13	1	UNIDAD	SENSOR DE APROXIMACION	\$60.00	\$60.00	
14	1	UNIDAD	MAIN BREAK 3X15 480/277V 25KA FA P/TAB.I.LINE	\$200.00	\$200.00	
15	1	UNIDAD	ECCIONADOR 16A SIEMENS CON EN LLAVE	\$55.00	\$55.00	
16	1	MTS	POWER BLOCK ENTRADA: 4-2/0 SALIDA: 6X14AWG	\$65.00	\$65.00	
17	2	UNIDAD	SENSOR DE APROXIMACION 4-20MA,	\$100.00	\$200.00	
18	2	UNIDAD	LUZ PILOTO VERDE SIEMENS C/LED 220V	\$9.00	\$18.00	
19	2	UNIDAD	LUZ PILOTO ROJO SIEMENS C/LED 220V	\$9.00	\$18.00	
20	2	UNIDAD	LUZ PILOTO AMARILLO SIEMENS C/LED 220V	\$9.00	\$18.00	
21	1	UNIDAD	CUERPO PARA LUZ PILOTO O PARA CAJAS XAC MENOR 400 >>	\$15.00	\$15.00	
22	1	UNIDAD	Toma Industrial Macho 16a 4po	\$8.00	\$8.00	
23	1	UNIDAD	Toma Industrial Hembra 16a 4po	\$12.00	\$12.00	
Accesorios						
1	100	MTRS	ALAMB.CAB.TFF 16 UL ROJO	\$0.30	\$30.00	
2	100	MTRS	ALAMB.CAB.TFF 16 UL NEGRO	\$0.30	\$30.00	
3	100	MTRS	ALAMB.CAB.TFF 16 UL AZUL	\$0.30	\$30.00	
4	100	MTRS	ALAMB.CAB.TFF 16 UL VERDE	\$0.30	\$30.00	
5	100	MTRS	LAMB.CAB.THHN 12 ROJO CARRETE	\$0.49	\$49.00	
6	100	MTRS	LAMB.CAB.THHN 12 NEGRO CARRETE	\$0.49	\$49.00	
7	100	MTRS	LAMB.CAB.THHN 12 AZUL CARRETE	\$0.49	\$49.00	
8	100	MTRS	LAMB.CAB.THHN 12 VERDE CARRETE	\$0.49	\$49.00	
9	100	MTRS	CABLE TSJ.4X12 PROT. UL 20AMP 600V 60 C FLEXI VIAK	\$2.39	\$239.00	
13	2	UNIDAD	&TAPE ELECTRICO 3/4X20MTS AZUL SCOTCH 35 3M	\$3.94	\$7.88	
14	2	UNIDAD	&TAPE ELECTRICO 3/4X20MTS ROJO SCOTCH 35 3M	\$3.94	\$7.88	
15	2	UNIDAD	TAPE ELECTRICO 3/4X20MTS BLANCO SCOTCH 35 3M	\$3.90	\$7.80	
16	2	UNIDAD	TAPE ELECTRICO 3/4X20MTS NEGRO SCOTCH 35 3M	\$3.90	\$7.80	
17	300	UNIDAD	TERMINAL 12 AWG 5/16" UN OJO UNA COMPRESION LCT	\$0.48	\$144.00	
18	300	UNIDAD	TERMINAL 16 AWG 5/16" UN OJO UNA COMPRESION LCT	\$0.48	\$144.00	
19	200	UNIDAD	CINTA AMARRE 11"X4MM NEGRO 3M	\$0.08	\$16.00	
20	200	UNIDAD	CINTA AMARRE 6"X4MM NEGRO 3M	\$0.08	\$16.00	
Estructura.						
1	25	UNIDAD	GOLOSO P/ TECHO P/BROCA 1" X14	\$ 0.02	\$0.50	
2	4	UNIDAD	SPRING NUT	\$ 3.00	\$12.00	
3	2	UNIDAD	Aluminio bronce	\$ 55.00	\$110.00	
4	1	UNIDAD	con lamina plexi Glass de 5mm, con medidas de Largo; 4.00 Fondo; 2.80 Alto;2.03	\$ 840.00	\$840.00	
5	36	UNIDAD	GOLOSO C-REDONDA-EST.12X2 HILMAN	\$ 0.16	\$5.76	
6	24	UNIDAD	GOLOSO C-REDONDA-EST. 8X2 HILMAN	\$ 0.08	\$1.84	
7	50	UNIDAD	GOLOSO AUTOR.C-REDONDA-EST C/ARAND.8X1/2 HILTI	\$ 0.04	\$1.90	
8	3	UNIDAD	MELAMINA 6 X 8 X 16MM SAPELLI-ASSOCIATE	\$ 49.00	\$147.00	
9	3	UNIDAD	ANGULAR METALICO 2 X 2 x 1/8"	\$ 12.50	\$37.50	
10	1	UNIDAD	ANGULAR METALICO 1 1/2 X 1/8mm	\$ 8.99	\$8.99	
11	2	UNIDAD	BROCA METAL 1/2"X4.50 PILOT POINT DEWALT	\$ 6.83	\$13.66	
12	2	UNIDAD	BROCA METAL 3/8"X3.62 PILOT POINT DEWALT	\$ 3.74	\$7.49	
13	2	UNIDAD	BROCA METAL 5/16 COBALTO DW	\$ 3.67	\$7.34	
14	2	UNIDAD	BROCA METAL 1/4" HSS DW	\$ 0.87	\$1.74	
15	1	UNIDAD	BROCA CONCRETO 1/4"X6" PERCU.DEWALT	\$ 1.19	\$1.19	
16	100	UNIDAD	TORNILLO GYPSUM PTA.BROCA H-FINO 6X1 HILLMAN	\$ 0.01	\$1.14	
17	1	UNIDAD	BROCA CONCRETO 1/2X 6 PERCU.CARBIDE ALTO D	\$ 4.76	\$4.76	
18	1	UNIDAD	&PINTURA ACEITE BRILLANTE NEGRO HS KATIVO 101	\$ 8.99	\$8.99	
19	2	UNIDAD	brocha de 2 pulgadas	\$ 1.00	\$2.00	
SUB-TOTAL					\$4,031.87	
IVA					\$604.78	
P. TOTAL					\$4,636.65	

Tabla #5. Lista de materiales utilizar en el proyecto.

Fuente: creada por el autor.

## 2.5 Diseño de guías de laboratorio.

Para el diseño de las guías de laboratorios se tomó en cuenta la clase de control aplicado de la carrera de Ingeniería electrónica, identificando los dispositivos disponibles en el laboratorio de automatización. Seguidamente se eligieron los experimentos adecuados con los PLC, y se procedió al diseño de las guías de laboratorio con el correspondiente software que se utiliza para llevar a cabo la programación de los diferentes eventos que se ejecutan, tomando en cuenta el periodo de tiempo que abarca una sesión de clases.

Las guías de laboratorios están basadas desde un enfoque constructivista para conducir a la comprensión activa de los estudiantes, esta concepción incluye la necesidad del análisis, la representación y la reordenación de los contenidos de los ejercicios que las guías contienen para transmitirlos de manera adecuada, fiable y organizada por parte de los estudiantes. Este enfoque constructivista se establece, para el conocimiento elaborado y social por los anfitriones fundado en sus propias experiencias y representaciones del entorno que los rodea.

Para la elaboración de estas guías, se le ha dado las herramientas necesarias para que ellos puedan analizar, crear y elaborar, esperando una participación no solo individual sino grupal con el planteamiento de cuestiones que necesitan respuestas muy bien reflexionadas. Se espera que ellos construyan su propio conocimiento, que realicen las actividades propuestas, que enlacen sus ideas y las de los demás para posterior preguntar, comprender y clarificar.



**Laboratorio 1<sup>14</sup>:** es una guía introductoria que ayuda al estudiante a familiarizarse con los elementos de protección y actuación que posee el diseño, con el fin de desarrollar las guías posteriores. Esta guía trata del Arranque directo con motor trifásico asincrónico puesta en marcha al conectarla a la red, para ello, tienen que

---

ANEXO A 10. Guía #1, ANEXO A 11. Guía #2,

ANEXO A 12. Guía #3, ANEXO A 13. Guía #4, ANEXO A 14. Guía #5, ANEXO A 15. Guía #6, ANEXO A 16. Guía #7

realizar el diagrama de fuerza del motor. Diagrama unifilar y por último el diagrama de bloque o escalera del PLC, seguido seria la simulación o corrimiento del programa.

**Laboratorio 2<sup>15</sup>:** este laboratorio, trata de la inversión del sentido de giro de un motor trifásico, en donde la corriente es absorbida de 6 a 8 veces su valor nominal.

**Laboratorio 3<sup>16</sup>:** el nombre de la práctica de laboratorio es arranque estrella delta para motores trifásicos asíncronos; en donde se aplica toda la tensión de línea a las bobinas del motor por medio de elementos como actuadores y captadores como lo son: guarda motores, pulsadores y contactores. Estos últimos juegan el rol más importante para el cambio de potencia.

**Laboratorio 4<sup>17</sup>:** aquí se pondría en marcha el arranque de tres motores trifásicos en cascada, en donde se apreciaría en la simulación el intervalo de tiempo que le daría cada alumno a esta secuencia de encendido.

**Laboratorio 5<sup>18</sup>:** en esta práctica, ya se van poniendo más en práctica los conocimientos de los alumnos y es la de simular una puerta automática, en donde ya se vienen haciendo combinaciones de las practicas anteriores, aquí el alumno debe de saber que para ello se necesita hacer un arranque directo que lleve inversión de giro.

### 2.5.1 La estructura de las Guías de Laboratorio.

- **Datos generales:** se muestra los datos generales de las guías de laboratorio como una introducción de ellas en la apertura. luego se le describe el nombre de la práctica y el tiempo que durara el laboratorio.
- **Fundamento:** es la descripción del trabajo previo que se debe elaborar, siendo primordial para el desarrollo de las guías de laboratorio.
- **Objetivos:** se plantea el logro que se persigue con las prácticas de laboratorio.
- **Elementos (actuadores y captadores):** se describe todos los elementos a utilizar por cada guía para el proceso del desarrollo del laboratorio.
- **Acondicionamiento de las prácticas:** se presenta el programa de acondicionamiento necesario para realizar las simulaciones de las diferentes guías.
- **Actividades:** son las actividades que el estudiante debe desarrollar en la Práctica.
- **Conclusiones:** se indica la forma en que debe entregar los resultados de la práctica de laboratorio.

Las otras tres guías de laboratorio se dejaron de tarea para que los estudiantes pongan en práctica sus conocimientos adquiridos en las guías anteriores, y darnos cuenta de la asimilación de ellos.

### 2.5.2 Constructivismo y aprendizaje significativo.

Las guías de laboratorios están basadas desde un enfoque constructivista para conducir a la comprensión activa de los estudiantes, esta concepción incluye la necesidad del análisis, la representación y la reordenación de los contenidos de los ejercicios que las guías contienen para transmitirlos de manera adecuada, fiable y organizada por parte de los estudiantes. Este enfoque constructivista se establece, para el conocimiento elaborado y social por los anfitriones fundado en sus propias experiencias y representaciones del entorno que los rodea.

Para la elaboración de estas guías, se le ha dado las herramientas necesarias para que ellos puedan analizar, crear y elaborar, esperando una participación no solo individual sino grupal con el planteamiento de cuestiones que necesitan respuestas muy bien reflexionadas. Se espera que ellos construyan su propio conocimiento, que realicen las actividades propuestas, que enlacen sus ideas y las de los demás para posterior preguntar, comprender y clarificar

## **2.6 Etapa de Desarrollo.**

### 2.6.1 Desarrollo del diseño del módulo.

Una vez realizados los cálculos de potencia que manejaría nuestro diseño, dicha potencia procede de los motores asíncronos seleccionados, se procedió en el esquema la colocación de los actuadores y captadores de forma que se observara un orden y dirección de cada uno de estos componentes que llegan a realizar su función de manera eficaz y que están dimensionados para su protección y ejecución en los procesos.

A continuación, procederemos a explicar cómo se encuentran ejerciendo su función cada uno de estos elementos en el diseño tomando en cuenta su ubicación: los motores asíncronos son la parte de ejecución de un proceso. Ellos cuentan con guarda motores que son sus protectores ya sea para sobre voltajes o corrientes, seguido de los contactores que son el mecanismo de apertura de las líneas de fuerzas que alimentan a los motores. Estos contactores son apertura dos por sus bobinas que son controladas por el corazón del módulo el PLC, este controlador lógico programable, es el que da las órdenes a los captadores de On/Off. Podemos mencionar que estas aperturas se ejecutan de acuerdo con el proceso a realizar, que está contenido en su programación; programada por los usuarios. En este caso los estudiantes que lleven a cabo sus prácticas de laboratorio.

Podemos dar referencias de otros elementos del diseño que ayudan al desempeño de los procesos, aquí daremos a conocer elementos de protección para todo el módulo en sí y sobre todo para la seguridad de la vida humana ellos son el disyuntor o breaker ubicado a la entrada del módulo y el breaker conocido como autómata ubicado en la zona de control, ambos realizan funciones de disparos ante cortocircuitos.

Debemos destacar que, para la ejecución de los procesos contenidos en las diferentes guías de laboratorios, se elaboraron con el software logo soft comfort versión 7; programa amigable de fácil manejo en donde su programación puede ser por compuertas lógicas, o lenguaje escalera, en donde después de programar

se pueden correr los programas para verificar si todo está bien, antes de hacer pruebas en el diseño del módulo.

En esta etapa, seguiremos refiriéndonos al corazón del diseño, LOGO! 8 de Siemens que constituye la solución idónea para tareas de automatización básicas, sirve para la intuitiva creación de programas, simulación de proyectos y documentación para los usuarios de Logo!; Orientado a aplicaciones de automatización industrial.

Este diseño se llevó a cabo con AutoCAD 2016, software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y 3D.

Para realizar el diseño de nuestro modulo escogimos el PLC logo versión 8 de Siemens debido a sus características de desempeño en el mundo de la industria. A continuación detallaremos cada uno de los siguientes PLC mencionados anteriormente.

### **2.6.2 PLC Versión 8 de logo 230RCE, características:**



✓ **El sistema innovado del LOGO! consiste en:**

- ❖ LOGO Hardware.
- ❖ módulos básicos, display con 6 líneas/16 caracteres, 4 módulos básicos sin display, todos con interfaz Ethernet y Servidor Web.
- ❖ 7 módulos de expansión digital.
- ❖ módulos de expansión analógica.
- ❖ LOGO Soft Comfort V8.
- ❖ Software de programación simple, ahora con vista de redes disponible.
- ❖ LOGO CMR 2020 para comunicación vía GSM, GPS y para sincronización de tiempo.
- ❖ LOGO CSM Switch con 4 puertos. Un puerto al frente para tableros de distribución.
- ❖ LOGO! Power. Fuentes de alimentación.

✓ **LOGO! CMR 2020**

- ❖ Módulo de comunicación para GSM y GPS
- ❖ Acceso remoto al LOGO!8 vía SMS (enviar/recibir)
- ❖ Detección de posición vía GPS, por ejemplo para tracking de container.
- ❖ Sincronización de tiempo
- ❖ Puesta en marcha vía WEB server.

✓ **LOGO! CSM**

- ❖ Switch con 4 puertos. Uno de ellos accesible desde el frente.

✓ **LOGO! Power.**

- ❖ 3 versiones para 24 V

- ❖ 1,3A; 2,5A y 4A, 2 versiones para 12 V
- ❖ 1,9A; y 4,5A
- ❖ Dispositivos adicionales para 5V y 15V disponibles.

Interfaz Ethernet integrado en toda la gama LOGO 8, vía Ethernet, LOGO podría comunicar con otros LOGO! y otros equipos SIMATIC S7.

El interfaz Ethernet elimina la necesidad de cables adicionales para la programación o la conexión con el TDE. Será suficiente con disponer de un cable estándar Ethernet.

El Switch LOGO! CSM de 4 puertos Ethernet permite implementar pequeñas redes locales a un módulo adicional para ampliar las interfaces de Ethernet.

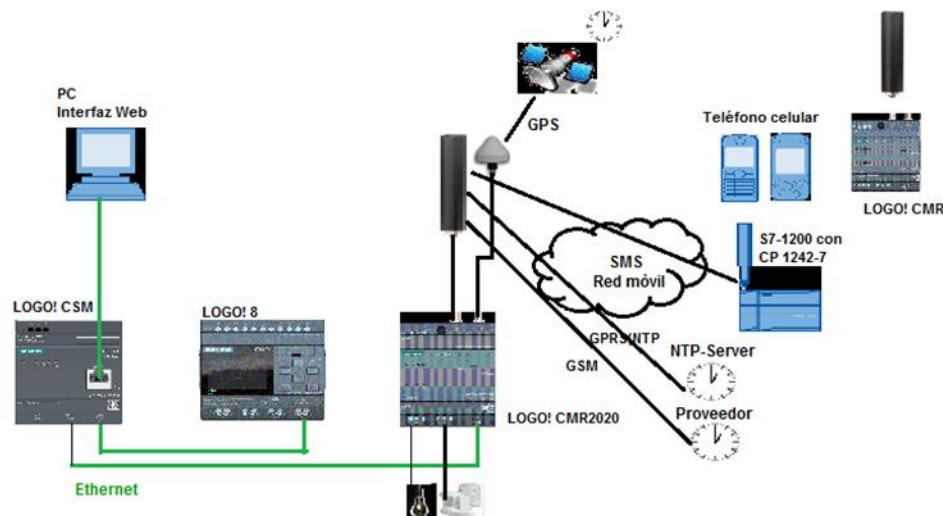


Figura # 60. Interfaz ETHERNET.

A través de la interfaz Ethernet o de un cable de PC, pueden cargarse programas externos desde un módulo de programa con el software de programación LOGO Soft Comfort. Con LOGO Soft Comfort, también es posible realizar una simulación del circuito en el ordenador, además de crear programas, y también imprimir esquemas generales.

En los módulos lógicos logo ya están integradas las funciones básicas habituales en la práctica listas para su uso, como, por ejemplo, conexión y desconexión retardadas, relés de impulsos, programadores horarios, marcas binarias, así como entradas y salidas, dependiendo del tipo de dispositivo.

✓ **Servidor Web Integrado.**

Servidor web integrado en todas las unidades básicas de control y mando con LOGO A través de WLAN e Internet. Protegido mediante contraseña y adecuado para todos los navegadores convencionales. El servidor web es fácil de configurar a través de un clic del ratón en el software. Sin necesidad de conocimientos de programación HTML. Los usuarios pueden seleccionar libremente las opciones de visualización deseadas para usar el LOGO! pantalla o la pantalla TDE. LOGO! 8 puede ser utilizado con smartphone, Tablet o PC, con el mismo aspecto que en una LOGO pantalla o pantalla TDE. LOGO! 8 requiere conexión con router.

Este módulo realiza tareas en las instalaciones de viviendas y edificios (p. ej., iluminación de escaleras, luces exteriores, marquesinas, persianas enrollables o iluminación de escaparates, entre otros), en la construcción de armarios eléctricos y el montaje de máquinas y aparatos (p. ej., controles de portón, instalaciones de ventilación o bombas de aguas industriales, entre otros). Además, LOGO! se puede utilizar para controladores especiales para el procesamiento de señales. Gracias a la conexión a AS-Interface, es posible el uso como periferia descentralizada con inteligencia local propia para el control de máquinas y procesos. De este modo se pueden ejecutar tareas de control en el módulo lógico LOGO! y descargar así al controlador maestro.

Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios eléctricos, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de mando. Estas deben cargarse a continuación mediante un módulo de programa o mediante el software para PC LOGO! Soft Comfort.

✓ **Interfaz de programación.**

El modo de programación en LOGO! Soft Comfort se inicia con un diagrama vacío.

La mayor parte de la pantalla la ocupa entonces el área dedicada a la creación de esquemas de conexiones. Esta área se denomina interfaz de programación. En esta interfaz de programación se disponen los símbolos y enlaces del programa. Para no perder la vista de conjunto, especialmente en el caso de programas grandes, en los extremos inferior y derecho de la interfaz de programación se dispone de barras de desplazamiento que permiten mover el programa en sentido horizontal y vertical.

En la figura #42, se observa la versión de logo 230 RCE versión 8 para nuestro diseño.



Figura # 61. Dibujo tomado de Google.

Fuente: [http://autotecperu.com/v\\_producto.php?ip=255&n=logo\\_8\\_\\_tde\\_,\\_24v](http://autotecperu.com/v_producto.php?ip=255&n=logo_8__tde_,_24v)

✓ **logo! web editor – controla tu logo! desde cualquier dispositivo**



*Figura # 62.* Fuente: <https://liesa.com.ar/logo8-plc-siemens/>

LOGO Web Editor, es un editor web gratuito para el nuevo LOGO 8, que hace que sea muy fácil para los usuarios definir y diseñar sus propias páginas web para Smartphone, tabletas y PC. Ahora es posible visualizar y controlar el Logo 8 en diferentes soluciones para la automatización en instalaciones de edificios, armarios de control, máquinas o aparatos de forma individual y fácil a través de la web.

Se ha hecho hincapié en hacer que el editor web sea muy fácil de usar y que no se requiera conocimientos adicionales, como HTML. Para un inicio rápido, los elementos simples de operación y visualización ya están incluidos en la biblioteca suministrada. Los elementos adicionales se pueden crear y agregar fácilmente a la biblioteca. Los datos de las páginas web definidas por el usuario se almacenan en una tarjeta micro-SD estándar en el LOGO. Los expertos en HTML pueden procesar aún más el código fuente generado en HTML 5 según sea necesario.

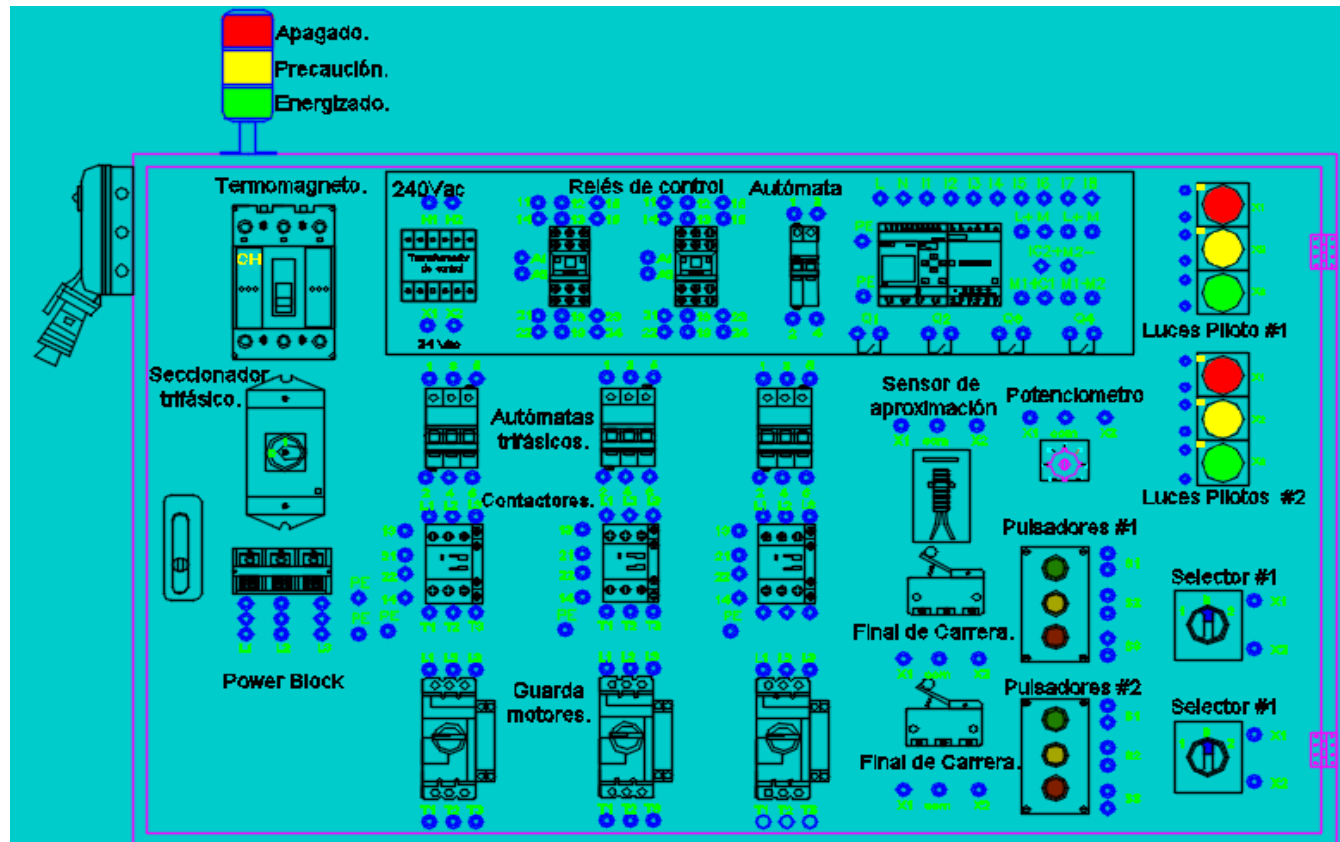
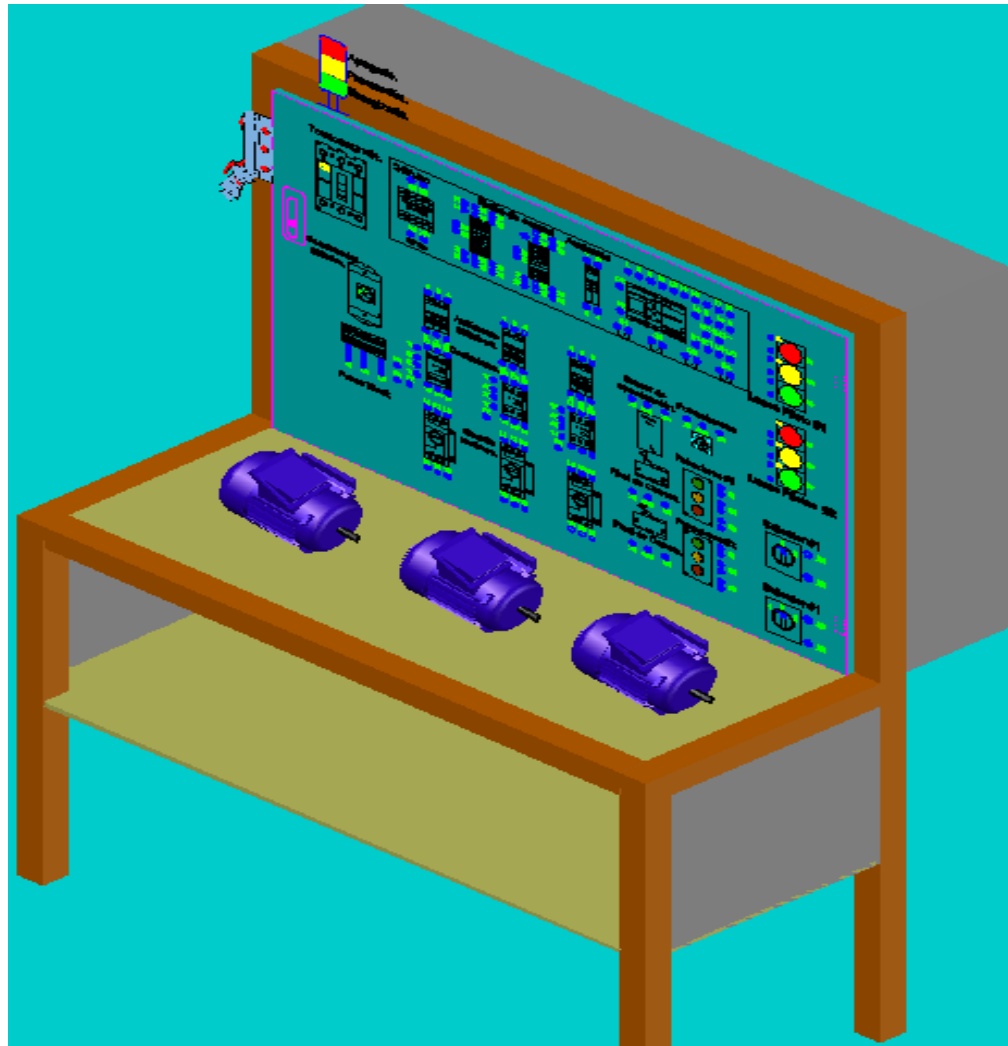


Figura # 63.Figura del diseño esperado del módulo.

Fuente: Creada por los Autores.



*Figura # 64. Diseño del Módulo didáctico.*

*Fuente: Creada por los Autores.*

## **CAPÍTULO 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **3.1 Conclusiones.**

Se llevó a cabo la realización del diseño del módulo didáctico, presentando así de esta forma la oportunidad a muchos estudiantes de la carrera de ingeniería electrónica, la importancia del manejo y control de los procesos en nuestra industria; ya que tarde o temprano muchos de ellos tendrán que enfrentarse con algunos de los antes mencionados.

Se diseñó la dimensión del sistema de protección de los equipos y de la seguridad humana con las normas NFPA 70E y NEC 2008, estas normas son para instalaciones y seguridad eléctrica; ya que, en un futuro, este podría ser implementado y para conocimiento de los estudiantes.

Se diseñó la selección de los equipos actuadores, captadores, PLC y accesorios del módulo, los cuales permiten la recreación de los procesos industriales más comunes en nuestra industria nacional tales como control de llenado de tolvas, calderas y transportadoras secuenciales entre otros.

Se realizó manual de usuario del módulo, conteniendo el manejo y descripción de los elementos que contiene, permitiendo al instructor del laboratorio saber el manejo y desarrollo de las prácticas a ejecutarse por los estudiantes.

Se realizaron guías de laboratorios, desde un enfoque constructivista para la enseñanza aprendizaje de los estudiantes; en donde ellos desarrollen destrezas en el uso y manejo de los elementos que contiene el diseño del módulo didáctico.



### **3.2 Recomendaciones de los Autores.**

- I.** Se recomienda a los futuros trabajos para implementar este módulo, seguir las normas de seguridad que se destacan en este documento.
- II.** Hacer uso de las guías de laboratorios realizadas en este trabajo monográfico, para facilitar la enseñanza a los alumnos.
- III.** Investigar más sobre el manejo y control de los autómatas como los PLC, así como de los captadores y actuadores.
- IV.** Dentro de las prácticas con el módulo didáctico se recomienda una inducción antes de poner en marcha algún proceso.
- V.** Las medidas de protección contempladas en el trabajo monográfico deben de ser primordiales a la hora de implementar el módulo, ya que se trata de garantizar o preservar la vida humana.
- VI.** Ampliación del PLC para observar el desarrollo total del autómata.
- VII.** Se recomienda que la Universidad Nacional de Ingeniería lleve a cabo su implementación del módulo.
- VIII.** Hacer simulación con CADE SIMU 2017 en adelante.

## BIBLIOGRAFÍA.

- (s.f.). Obtenido de <http://www.mewdevenezuela.com/productos/plc/images/aparatoPLCCompactoAlpha.jpg>
- 1100™, I. S. (2005). IEEE Recommended Practice for. En *ESMERALDA*. (2 de abril de 2017). Obtenido de <https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSYGcNnMULeLDePxt9EPoUJ8zCBVt7WqnDjHYGEJnvxmmkE98cOeA>
- A., G. (abril de 2011). Tablero didactico. san pablo actipan.
- ALLEN-BRADLEY. (2017). *Transformadores de control de alimentación eléctrica. aparatoPLCCompactoAlpha.jpg*. (4 de marzo de 2017). Obtenido de <http://www.mewdevenezuela.com/productos/plc/images/aparatoPLCCompactoAlpha.jpg>
- Aparicio, A. G. (s.f.). *ISA-UMH* <http://isa.umh.es/>. Obtenido de <http://arvc.umh.es/>
- Aplicación de los PLC*. (3 de Febrero de 2016). Obtenido de <https://prezi.com/21cu3kgwe8wk/aplicaciones-de-los-plc/>
- Arcila, J. D. (2014). *RIESGOS PARA LAS PERSONAS*.
- B1875BL, M. M. (2012). CONTROLADOR LÓGICO. *CURSO 061 CONTROLADOR LÓGICO*, 4.
- Canto, C. E. (2015). sensores inductivos.
- Castro, C. (2011). *Introducción a los PLC* (1ra ed.). Managua: UNI.
- Cristobal Zelaya Molina, M. E. (Julio 2015). *Diseño de un Modulo de Entrenamiento en sistemas de automatizacion industrial, Interfaz Hombre-Maquina*. Managua.
- crouzet. (2013). [www.crouzet.com](http://www.crouzet.com).
- Crouzet. (2013). [www.crouzet.com](http://www.crouzet.com).
- deconocido. (2009). actuadore. 26.

desconocido. (2016). *riesgo electrico*. Obtenido de <http://www.areatecnologia.com/electricidad/riesgos-electricos.html>

EATON. (2008). Mando y señalización. *Botoneras-EATON*.

EATON. (2014). Contactors and starters. *xStart series*.

EATON. (2015). *PRODUCTOS Y SOLUCIONES*. Obtenido de <http://www.eaton.com.ni/EatonCAC/ProductosySoluciones/ProductosVehiculares/index.htm>

*encrypted-tbn.gstatic.com*. (2 de abril de 2017). Obtenido de [encrypted-tbn.gstatic.com: https://encrypted-tbn.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSYGcNnMULeLDePxt9EPoUJ8zCBVt7WqnDjHYGEJnvxmmkE98cOeA](https://encrypted-tbn.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSYGcNnMULeLDePxt9EPoUJ8zCBVt7WqnDjHYGEJnvxmmkE98cOeA)

*encrypted-tbn3.gstatic.com*. (2 de abril de 2017). Obtenido de [encrypted-tbn3.gstatic.com: https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSlxlfPW2zLaoEtJ9R5S1fS7FtqGoGRqQ5MH1UYKWx3MQ4dWxMI](https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSlxlfPW2zLaoEtJ9R5S1fS7FtqGoGRqQ5MH1UYKWx3MQ4dWxMI)

*encrypted-tbn3.gstatic.com*. (2 de abril de 2017). Obtenido de [encrypted-tbn3.gstatic.com: https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRcvGg2Gu8JNRPlEfuwsqNAXVlchK1rJ81RP85Nxvc0ogVjgoh7](https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRcvGg2Gu8JNRPlEfuwsqNAXVlchK1rJ81RP85Nxvc0ogVjgoh7)

Equipo de Siemens. (2 de Noviembre de 2018). *CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES*.

ESPANOL, C. R. (s.f.). *Tipos de planos eléctricos*. Obtenido de <http://controlreal.com/es/tipos-de-planos-electricos/>

*Facultad de Electrotecnia y Computación*. (s.f.).

Fernando, M. L. (2011). Diseño e implementacion de modulo ditacticao. ecuador. *freepcsoftware.com*. (2 de abril de 2017). Obtenido de [freepcsoftware.com: http://freepcsoftware.com/wp-content/uploads/2011/05/Siemens.jpg](http://freepcsoftware.com/wp-content/uploads/2011/05/Siemens.jpg)

hobby, h. (2017). Obtenido de <http://www.hiperhobby.com/Conector-banana-plastico-macho.html&osCsid=kclbu5f79jaldnnjvnmjv3602>

Howard, M. (2014). *Cómo funcionan los sensores inductivos*. Obtenido de [www.zettlex.com/company/distributors](http://www.zettlex.com/company/distributors).

*i.ytimg.com*. (2 de abril de 2017). Obtenido de *i.ytimg.com*:  
[https://i.ytimg.com/vi/Lv9\\_04UIV4s/hqdefault.jpg](https://i.ytimg.com/vi/Lv9_04UIV4s/hqdefault.jpg)

JACOME, P. L. (2011). Escuela de Ingeniería Eléctrica IE –1071. En *Código Eléctrico Nacional (NEC), o NFPA 70*.

LEARNING, L. (2011). *Controladores Industriales Inteligentes*. ESPAÑA: PAC- Performance-centered Adaptive Curriculum for Employment Needs Programa ERASMUS: Acción Multilateral - 517742-LLP-1-2011-1-BG-ERASMUS-ECUE.

*lostipos.com*. (2 de abril de 2017). Obtenido de *lostipos.com*:  
<http://www.lostipos.com/wp-content/uploads/Tipos-de-sensores.jpg>

M. A. Laughton, D. J. (16 de Marzo de 2016). *los PLC*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador\\_de\\_programable](https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_de_programable)

Mario Moreira, M. J. (viernes 18 de abril del 2008). *Diseño e Implementación de Medios de laboratorio para construir al Proceso de Enseñanza Aprendizaje en el área de instrumentación industrial* *alkjhioyh*. Informe para optar al título de ingeniería electrónica, Universidad Nacional de Ingeniería, managua, managua.

Rizo, E. E. (2014). *Diseño e implementación de guías de laboratorios desde una perspectiva constructivista para el curso de Sistema de Medición.*. Managua.

SIEMENS. (JUNIO de 2014). MANUAL DEL PRODUCTO.

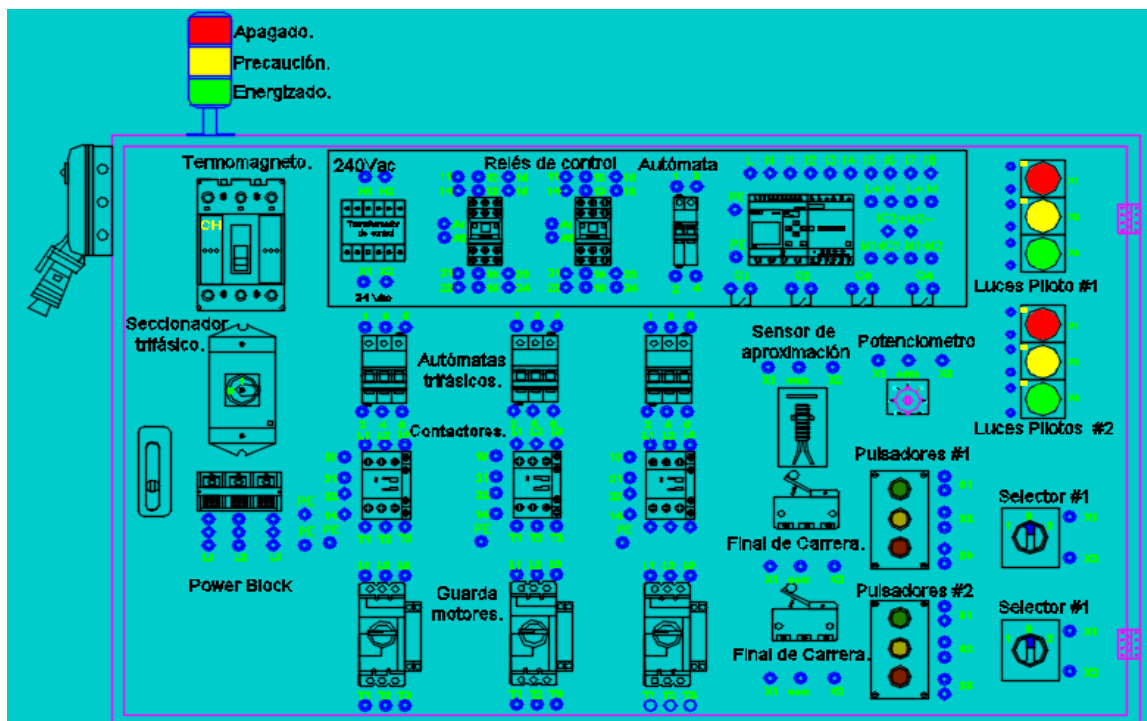
siemens. (2015). *Industrial Control Power Transformers*. USA.

Virtual, S. (2005). *Lección 4 Arquitectura y Características del PLC*.

ZELIO SOFT. (4 de marzo de 2017). Obtenido de ZELIO SOFT:  
<http://www.schneider-electric.es/es/product-image/41145-zelio-logic>

(2009).  *} Diseño e implementación de medios de laboratorios para contribuir al proceso de enseñanza aprendizaje en el área de instrumentación industrial*. Monografico, Universidad Nacionalidad de Ingeniería, managua, Managua.

# **ANEXOS**

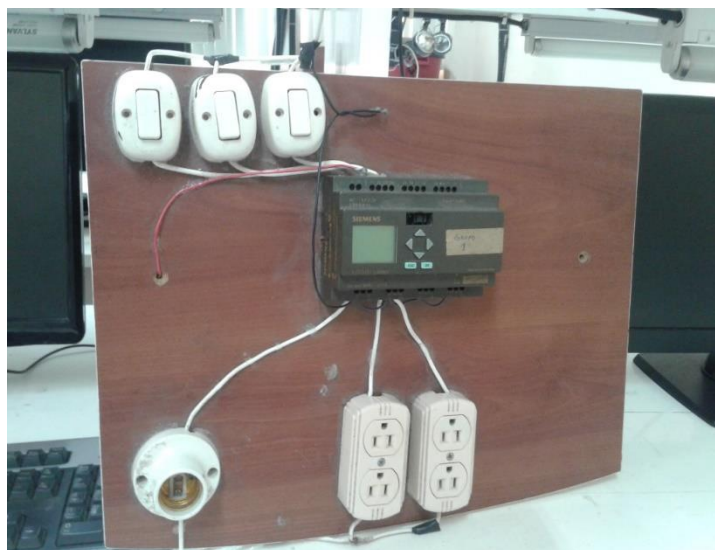


ANEXO A 1. Diseño del Módulo Didáctico vista frontal

Fuente: tomada propia de los autores



ANEXO A 2. Foto tomada en el laboratorio de automatización.



*ANEXO A 3. Foto de PLC montado en una tabla.*

**Tabla 310-16. NEC.**

Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores activos en una canalización, cable o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño nominal	Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)						Tamaño nominal
mm 2	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	AWG/kcmil
	TW* TWD* CCE TWD- UV	RHW*, HHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT	RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW-LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2,	UF*	RHW*, XHHW*, BM-AL	RHW-2, XHHW*, XHHW-2, DRS	
	<b>Cobre</b>			<b>Aluminio</b>			
0,8235			14				18
1,307			18				16
2,082	20*	20*	25*	-----	-----	-----	14
3,307	25*	25*	30*	"	"	"	12
5,26	30	35*	40*				10
8,367	40	50	55				8
13,3	55	65	75	40	50	60	6
21,15	70	85	95	55	65	75	4
28,67	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,41	110	130	150	85	100	115	1
53,48	125	150	170	100	120	135	1/0
67,43	145	175	195	115	135	150	2/0
85,01	165	200	225	130	155	175	3/0
107,2	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,03	400	475	535	320	385	435	750
405,37	410	490	555	330	395	450	800
456,04	435	520	585	355	425	480	900
506,71	455	545	615	375	445	500	1000

ANEXO A 4.tabla 310.16 de NEC.

fuente: tomada del código eléctrico nacional NEC 2000.

Temperatura ambiente °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes						Temperatura ambiente °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	----	0,58	0,71	----	0,58	0,71	56-60
61-70	----	0,33	0,58	----	0,33	0,58	61-70
71-80	----	----	0,41	----	----	0,41	71-80

\* A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (\*), no debe superar 15 A para 2,082 mm2(14 AWG); 20 A para 3,307 mm2(12 AWG) y 30 A para 5,26 mm2 (10 AWG), todos de cobre.



## MULTICONDUCTORES FLEXIBLES TSJ

### Descripción

Multiconductores eléctricos flexibles, formados por cordones de hilos de cobre suave trenzados en haz. Los conductores tienen un aislamiento termoplástico de Cloruro de Polivinilo (PVC) y una cubierta de Nylon. Adicionalmente, todo el conjunto está protegido por una cubierta externa de material termoplástico de Cloruro de Polivinilo (PVC).

### Especificaciones

Los conductores TSJ están respaldados por las siguientes normas:  
ASTM B3 y B174  
UL-62  
Normas internas de fabricación y de diseño de  
PHELPS DODGE CENTROAMERICA.

### Principales Aplicaciones

El TSJ es ampliamente utilizado en las siguientes aplicaciones:

Alambrado de electrodomésticos de bajo consumo, herramientas y lámparas portátiles.

Sistemas de iluminación, cuando se requiera alimentar luminarias suspendidas.

Extensiones eléctricas portátiles.

Como parte de un sistema temporal de alambrado.

### Usos No Permitidos

No pueden ser usados para sustituir el alambrado fijo en edificaciones, como en tomacorrientes, apagadores, etc.

No debe quedar escondido en paredes, pisos o cielo rasos.

Para más detalles favor referirse al artículo 400-7 y 400-8 del NEC.

### Características

Voltaje máximo de operación 600 voltios.

## ANEXO A 5. característica de los TSJ

## MULTICONDUCTORES FLEXIBLES TSJ

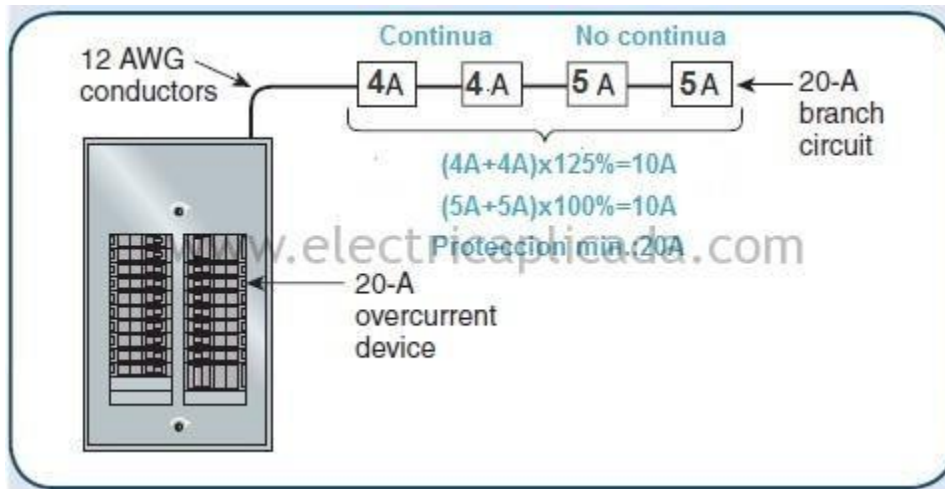
Formación Calibre	Area del Conductor	Número de Hilos	Espesor de Cubierta Externa		Diámetro Total Aproximado		Peso Total Aprox	Radio de Curvatura Mínimo	Resistencia Eléctrica C.D Máx @ 30 °C	Capacidad de Corriente Máx @ 30 °C	
AWG/MCM	mm²	#	pulgadas	mm	pulgadas	mm	kg/km	mm	Ω/km	A	B
2 x 20	0,519	7	0,030	0,76	0,21	5,33	38	80	37,1	-	7
2 x 18	0,824	10	0,030	0,76	0,23	5,84	48	88	23,3	-	10
2 x 16	1,310	16	0,030	0,76	0,254	6,45	63	97	14,7	-	13
2 x 14	2,080	26	0,030	0,76	0,284	7,21	86	108	9,23	-	18
2 x 12	3,310	41	0,045	1,14	0,352	8,94	134	134	5,8	-	25
2 x 10	5,260	65	0,060	1,52	0,452	11,48	217	172	3,65	-	30
2 x 8	8,370	105	0,060	1,52	0,558	14,17	336	213	2,32	-	40
2 x 6	13,30	168	0,060	1,52	0,637	16,17	475	243	1,46	-	55
3 x 18	0,824	10	0,030	0,76	0,243	6,180	58	93	23,4	7	10
3 x 16	1,310	16	0,030	0,76	0,269	6,830	78	102	14,7	10	13
3 x 14	2,080	26	0,030	0,76	0,301	7,650	108	115	9,28	15	18
3 x 12	3,310	41	0,045	1,14	0,372	9,460	168	142	5,83	20	25
3 x 10	5,260	65	0,060	1,52	0,478	12,13	272	182	3,67	25	30
3 x 8	8,370	105	0,060	1,52	0,592	15,03	424	226	2,33	35	40
3 x 6	13,30	168	0,060	1,52	0,677	17,19	609	258	1,46	45	55
4 x 18	0,824	10	0,030	0,76	0,265	6,740	70	101	23,4	7	-
4 x 16	1,310	16	0,030	0,76	0,294	7,470	96	112	14,7	10	-
4 x 14	2,080	26	0,030	0,76	0,330	8,390	134	126	9,29	15	-
4 x 12	3,310	41	0,045	1,14	0,406	10,32	209	155	5,84	20	-
4 x 10	5,260	65	0,060	1,52	0,521	13,23	337	198	3,67	25	-
4 x 8	8,370	105	0,060	1,52	0,649	16,48	528	247	2,33	35	-
4 x 6	13,30	168	0,060	1,52	0,744	18,89	765	283	1,46	45	-

Notas: 1- Las dimensiones son aproximadas y están sujetas a variaciones normales de fabricación  
2- La capacidad de corriente está basada en la tabla 400-5A, columnas A y B del NEC.

### ANEXO A 6. tabla de conductores TSJ

Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, tubos conduit, etc. (A)	Sección Transversal			
	Alambre de cobre		Alambre de aluminio o de aluminio revestido de cobre *	
	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil
15	2,08	14	3,30	12
20	3,30	12	5,25	10
30	5,25	10	8,36	8
40	5,25	10	8,36	8
60	5,25	10	8,36	8
100	8,36	8	13,29	6
200	13,29	6	21,14	4
300	21,14	4	33,62	2
400	26,66	3	42,20	1
500	33,62	2	53,50	1/0
600	42,20	1	67,44	2/0
800	53,50	1/0	85,02	3/0
1.000	67,44	2/0	107,21	4/0
1.200	85,02	3/0	126,67	250 kcmil
1.600	107,21	4/0	177,34	350 kcmil
2.000	126,67	250 kcmil	202,68	400 kcmil
2.500	177,34	350 kcmil	304,02	600 kcmil
3.000	202,68	400 kcmil	304,02	600 kcmil
4.000	253,25	500 kcmil	405,36	800 kcmil
5.000	354,69	700 kcmil	608,04	1.200 kcmil
6.000	405,36	800 kcmil	608,04	1.200 kcmil

ANEXO A 7 tabla de tierra para acometidas eléctricas. NEC 250.95



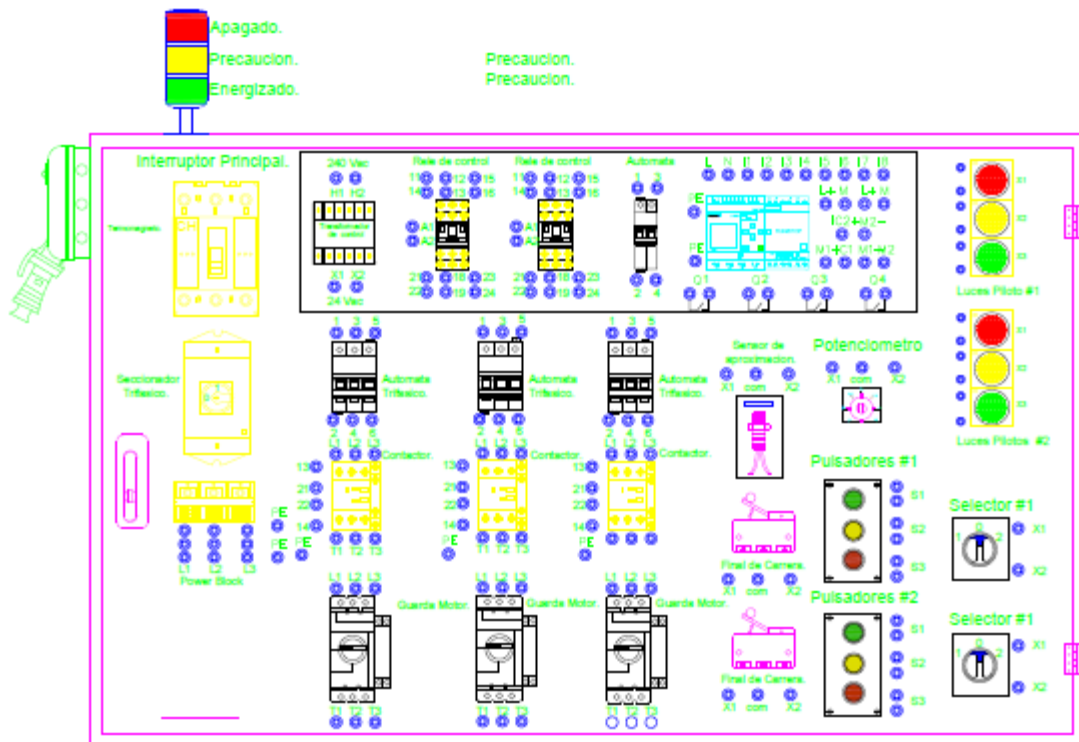
ANEXO A 8. Imagen aplicando el NEC 384-16 (C).

*Rta: Se debe sumar la corriente continua x125% más la corriente No continua x 100%, lo cual dará como resultado 20A, con este dato deducimos que se requiere una protección, disyuntor o breaker de 20A y un cable No 12AWG, el cual conducirá 25A a 75°C, para mejorar entendimiento ver la Figura 1.*

# MANUAL DE USUARIO MODULO DIDÁCTICO PARA LOS LABORATORIOS DE AUTOMATIZACIÓN

## MODULO DIDÁCTICO PARA LOS LABORATORIOS DE AUTOMATIZACIÓN

### Manual de Usuario



del

## Tabla de Contenido

Introducción.	2
Seguridad.	C
Advertencia:	C
Botón de parada de emergencia	C
Advertencia	C
Extintor de incendios	D
Primeros Auxilios en Caso de Sacudida Eléctrica	E
Señales de peligro	F
Instalación Y Manejo	F
Listado de componentes que trae el módulo.	G
Tablero de control principal	G
Tablero de Fuerza	J
Ficha Técnica del módulo	K
Datos técnicos del PLC parte principal del Modulo.	K
Reconocer LOGO!	L
Montaje en un perfil soporte	L
Datos técnicos del PLC propuesto.	M
Software LOGO!	M

## **Introducción.**

Los modulo didácticos han sido diseñados para iniciar al estudiante en la puesta en marcha, programación, depuración y diagnóstico de sistemas de automatización y distribución eléctrica sencillos.

Todos los módulos han sido desarrollados con equipamiento de uso industrial, Combinándolos es posible diseñar productos o procesos tecnológicos reales, valiosa y necesaria experiencia en la formación profesional de un técnico e ingenieros

Estas prácticas hoy son consideradas una experiencia laboral de iniciación, donde se adquieren hábitos de trabajo en equipo e individuales, manejo de herramientas, técnicas, tecnologías, y esencialmente propician la articulación de, el estudio, el trabajo, la investigación, la producción, la teoría y la práctica.

## **Seguridad.**

### **Aspectos generales**

El módulo está diseñado de tal modo que resulte un seguro manejo del equipo, siempre que se utilice de modo correcto. Sin embargo, la responsabilidad de la seguridad queda en manos del personal que está maniobrando y utiliza el módulo. Antes de efectuar cualquier servicio o técnica de operación, el usuario debe observar las normas de seguridad.

### **Advertencia:**

Lea y comprenda todas las precauciones y advertencias de seguridad antes de poner en funcionamiento el módulo.

Si no se observan las instrucciones, procedimientos y precauciones de seguridad indicados en este manual, aumentará la posibilidad de producirse accidentes o lesiones.

No ponga nunca en funcionamiento el módulo si no está en condiciones de seguridad.

No intente poner en marcha el módulo si sabe que no está en condiciones de seguridad.

Si el módulo se encuentra en situación de falta de seguridad, coloque avisos de peligro y desconecte el cable de conexión eléctrica del módulo para que no se pueda poner en marcha hasta eliminar la falta de seguridad.

Asegúrese de que el módulo esté protegido contra cualquier uso no autorizado, utilizando señales siempre que sea necesario.

Inicio y opere este módulo siempre las correspondientes Especificaciones, Estándares u otros requisitos Federales, Nacionales o Municipales.

### **Botón de parada de emergencia**

El botón de parada de emergencia está en la posición OUT para el funcionamiento normal del módulo. ponga el interruptor principal en Off de emergencia. El módulo no arranca cuando el botón esté bloqueado. ubíquelo en posición On para restaurarlo.

### **Advertencia**

Familiarícese con la ubicación del breaker principal de parada de emergencia. Los dispositivos de control de desactivación de emergencia deben utilizarse en situaciones de EMERGENCIA ÚNICAMENTE.

NO utilice los dispositivos de desactivación de emergencia para efectuar una parada normal.

No arranque el módulo hasta no haber ubicado y corregido el problema que haya requerido de una parada de emergencia

### **Uso de EPP (Equipo de Protección Personal.)**





Utilice siempre los equipos de protección personal mientras esté trabajando con en el módulo. use gafas protectoras, guantes y otros equipos de protección, según requiera del módulo.

- Cuando se trabaja cerca de un motor en funcionamiento, lleve dispositivos protectores para los oídos para evitar lesiones auditivas.
- No vista con ropa amplia o joyas que se puedan enganchar en los mandos de control u otras partes del motor.
- Nunca ponga líquidos en el módulo energizado, no energizado o recipientes de vidrio. Los recipientes de vidrio se pueden romper.
- Utilice las soluciones de limpieza con cuidado.
- Informe de cualquier fallo necesario.

No realice ninguna energización del módulo sin la autorización del instructor asignado. Utilice las herramientas adecuadas. Sustituya cualquier equipo que esté dañado o repárelo.

### **Extintor de incendios**

Los equipos eléctricos asociados con el módulo pueden ser inflamables. La manipulación correcta y adecuada en la manipulación de estos equipos reduce drásticamente el riesgo de incendio.

Sin embargo, para completar la seguridad deben mantenerse cerca del módulo un extintor de incendios totalmente cargados. El personal debe estar familiarizado con el funcionamiento del extintor de incendios. Inspeccione el extintor de incendios y realice las tareas de mantenimiento correspondientes regularmente. Respete las recomendaciones de la placa de instrucciones.



Figura 1. extinguidor

## **Primeros Auxilios en Caso de Sacudida Eléctrica**

### **Advertencia:**

No toque a la víctima con las manos sin guantes hasta que se haya desconectado la fuente de electricidad. Si es posible, desconecte el suministro eléctrico.

De lo contrario, desenchufe el cable o aléjelo del cuerpo de la víctima. Si esto no es posible, colóquese sobre un material aislante seco y arrastre a la víctima lejos del cable, preferiblemente por medio de un material aislante tal como madera seca. Si la víctima respira, colóquela en la posición de recuperación. Si la víctima está inconsciente, lleve a cabo los siguientes procedimientos de reanimación:

### **ABRIR EL PASO DE AIRE:**

Eche hacia atrás la cabeza de la víctima y levántele la barbilla.

Retire cualquier objeto que se encuentre en la boca o en la garganta, tales como prótesis dentales, tabaco o chicle.

### **RESPIRACIÓN:**

Compruebe si la víctima respira observando el movimiento del pecho, auscultándola o sintiendo su aliento.

### **CIRCULACIÓN:**

Compruebe si existe pulso en el cuello o en la muñeca de la víctima.

### **SI LA VÍCTIMA NO RESPIRA, PERO TIENE PULSO:**

Pince firmemente la nariz de la víctima.

Aspire profundamente y con los propios labios selle los de la víctima.

Sople lentamente en la boca de la víctima observando cómo se eleva su pecho. Deje que el pecho descienda completamente. Proporcione 10 aspiraciones por minuto.

Si se ha de abandonar la víctima para buscar ayuda, efectúe primeramente la operación anterior 10 veces y vuelva lo antes posible para continuar con la respiración boca a boca.

Compruebe el pulso cada 10 respiraciones.

Cuando la víctima recupere la respiración, colóquela en la posición de recuperación descrita al final de esta sección.

### **SI LA VÍCTIMA NI RESPIRA NI TIENE PULSO:**

Solicite asistencia médica.

Efectúe dos respiraciones y comience la compresión pectoral del modo siguiente:

Coloque la parte inferior de la palma de la mano a una distancia de dos dedos por encima de la unión de la caja torácica con el esternón.

Coloque la otra mano sobre la primera y entrelace los dedos.

Manteniendo los brazos extendidos, empuje hacia abajo 4-5 cm (1,5-2 pulga.) 30 veces seguidas a un régimen de 100 por minuto. El tiempo entre que se empuja y se suelta la caja torácica debe ser el mismo.

Repita el ciclo (2 respiraciones, 30 compresiones) hasta que llegue la asistencia médica.

Si el estado de la víctima mejora, compruebe el pulso y continúe con las respiraciones. Compruebe el pulso cada 10 respiraciones.

Cuando la víctima recupere la respiración, colóquela en la posición de recuperación.

### **Señales de peligro**

Asegúrese de que todos los mensajes de seguridad sean leíbles. Limpie los mensajes de seguridad o sustitúyalos si resulta imposible leerlos o si las ilustraciones no son visibles.



Tierra



Advertencia -  
Consulte el manual



Sacudida eléctrica

### **Instalación Y Manejo**

Escoger una ubicación para el módulo puede resultar la parte más importante del procedimiento de instalación. A la hora de hacerlo, se deben tener en cuenta los siguientes factores: Ventilación adecuada, apertura de entrada de aire e iluminación.





Protección ante elementos como puedan ser el agua, precipitación de las personas, inundación de agua, temperaturas bajo cero o calor excesivo.


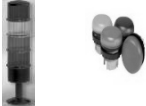

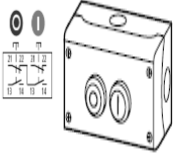
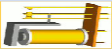
Protección ante el impacto de objetos que puedan caer como un equipo eléctrico a la par.

Acceso para mover el módulo entero dentro del laboratorio. Las ventilaciones de aire de entrada y salida a menudo se pueden retirar para ofrecer un punto de acceso. El acceso está limitado al personal autorizado.

### Listado de componentes que trae el módulo.

El módulo didáctico está compuesto básicamente de los siguientes elementos:

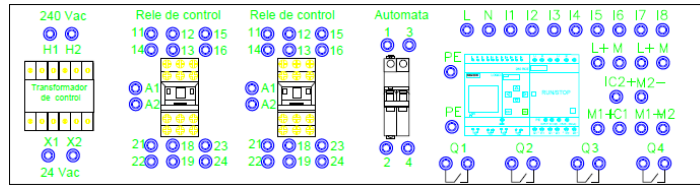
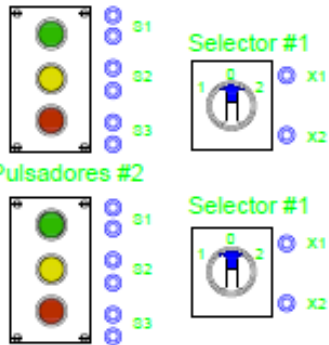
ITEM	Descripción de los elementos a utilizar.	Function	Imagen.
1	Interruptor termo magnético.	1.Interrumpir el paso de la energía principal del módulo didáctico. 2.Desactivar ante un evento de corto circuito o sobre carga.	
2	Seccionador trifásico	Interruptores de encendido / apagado Sin parada de emergencia / función parada de emergencia Con agarre negro y placa frontal sólo puede retirarse en la posición.	
3	Power block	Los Bloques de distribución de energía fue diseñada para el cortocircuito alto de corriente nominal del circuito (SCCR) aplicaciones hasta 200.000 Amperios.	
5	Contactores	El contactor es de múltiples interruptores que se encuentran en dos estados ya sea con normalidad abiertos y normalmente cerrados que al inducirle corriente en su bobina produce un campo electromagnético que altera instantáneamente atrayendo o separando dichos contactos.	

6	Guarda motores	es proteger los diferentes dispositivos a las sobre corrientes	
7	Luces pilotos	La señalización son las funciones básicas para el control de máquinas y procesos	
8	Sensores de aproximación	Los sensores inductivos de proximidad incorporan una bobina electromagnética la cual es usada para detectar la presencia de objetos metálicos conductores.	
9	Pulsadores.	elementos de accionamiento que sirven para cerrar o abrir un circuito permitiendo el paso o no de la corriente a través de ellos Un botón o pulsador es un dispositivo utilizado para realizar cierta función	
10	Finales de carreras	Detectan el final de carrera por contacto. Una barra basculante mueve directamente un interruptor. Vuelve a la posición anterior por medio de un muelle	

11	Selectores	selector eléctrico rotativo tiene la función de abrir o cerrar contactos de acuerdo con una posición seleccionada de manera manual.	
12	Transformadores de control	Los transformadores de control están diseñados para reducir los voltajes de suministro a circuitos de control y proporcionan mayor seguridad a los operadores	
13	Controlador lógico programable PLC.	es un sistema de control industrial basado en computadora que utiliza instrucciones de programa para tomar decisiones de encendido y apagado, posee las herramientas necesarias tanto de software como de hardware y para el control de equipo externos.	
14	Bananas de conexión.	Las bananas macho de conexión y las Bananas hembras de conexión su aplicación está diseñados en sitio como laboratorios y equipos de medición instrumental.	

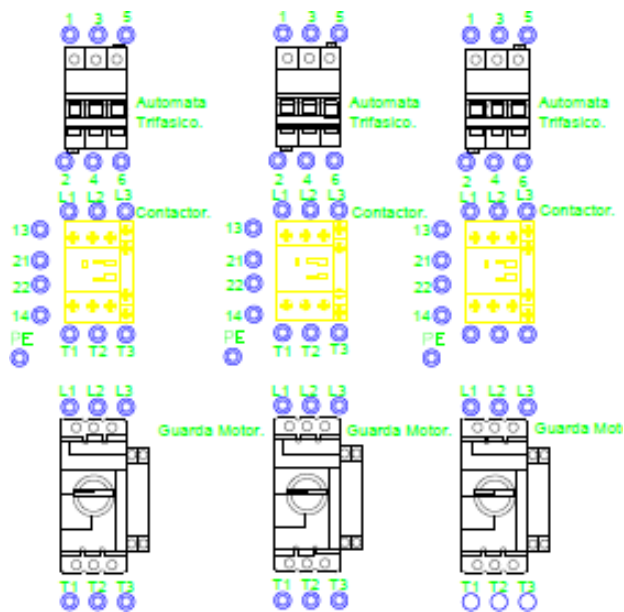
El tablero de control principal cuenta con una serie de pulsadores y selectores que permiten el control de los distintos modos de operación del módulo.

### Pulsadores #1

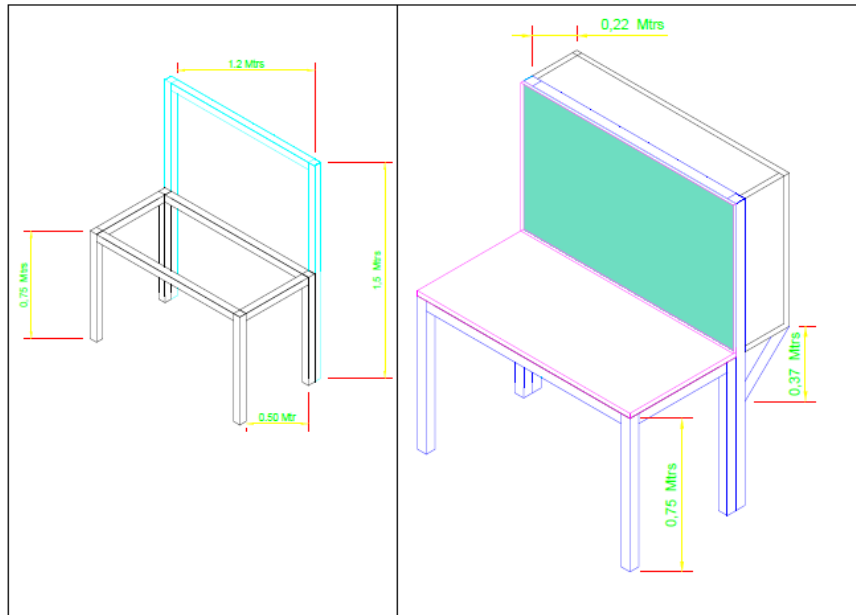


## Tablero de Fuerza

El tablero de fuerza o de potencia eléctrica cuenta con una serie de elementos de actuadores que permiten el control de los distintos modos de operación del módulo.



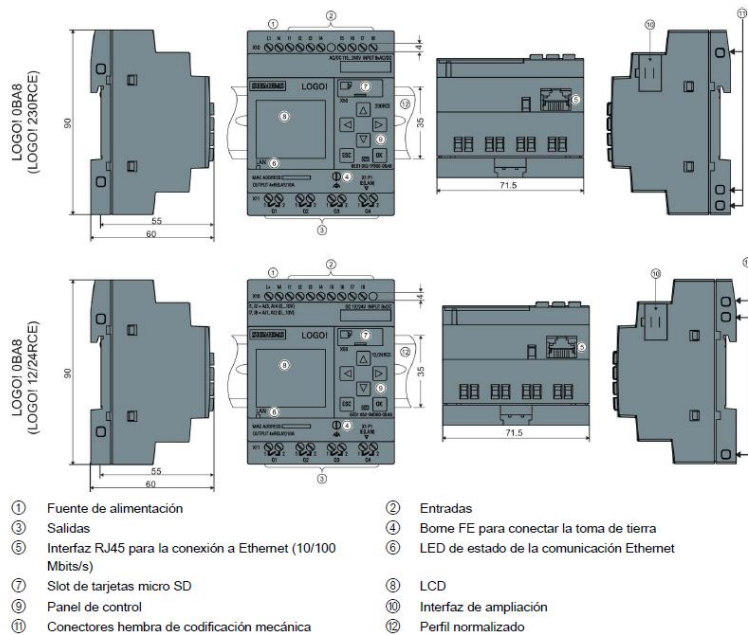
## Estructura del módulo:



## Datos técnicos del PLC parte principal del Módulo.

### ¡Estructura de un Logo! OBA8

#### La estructura de LOGO!





## Reconocer LOGO!

El identificador del LOGO! proporciona información acerca de diversas propiedades:

12/24: versión de 12/24 V DC

230: versión de 115 V AC/DC a 240 V AC/DC

R: salidas de relé (sin R: salidas de transistor)

C: Reloj en tiempo real integrado

E: interfaz Ethernet

o: Versión sin display ("LOGO! Pure")

DM: Módulo digital

AM: Módulo analógico

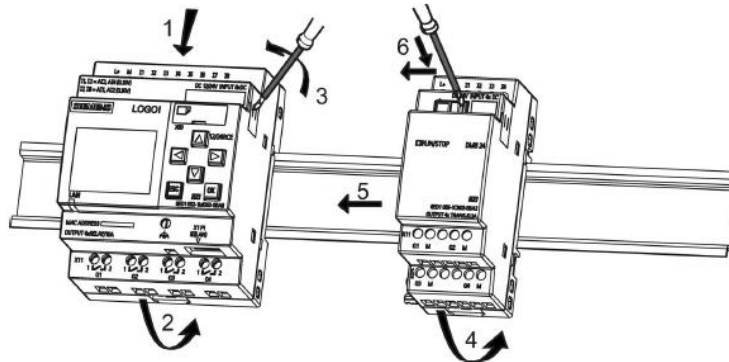
TDE: visualizador de textos con interfaces Ethernet

## Montaje en un perfil soporte

### Montaje

Para montar un módulo base LOGO! y un módulo digital en un perfil normalizado, proceda del siguiente modo:

1. Enganche el módulo base LOGO! en el perfil soporte.
2. Empuje la parte inferior del módulo hacia abajo hasta que encaje en el perfil. La corredera ubicada en la parte posterior del módulo debe quedar enclavada.



Datos técnicos del PLC propuesto.

## Datos técnicos: LOGO! 24RC...

	LOGO! 24RCE LOGO! 24RCEo
<b>Fuente de alimentación</b>	
Tensión de entrada	24 V AC/DC
Rango admisible	20,4 V AC a 26,4 V AC 20,4 V DC a 28,8 V DC
Protección contra inversión de polaridad	- -
Frecuencia de red admisible	47 Hz a 63 Hz
Consumo de corriente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 V AC</li> <li>• 24 V DC</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 mA a 150 mA</li> <li>• 15 mA a 130 mA</li> </ul>
Compensación de fallos de tensión	Típ. 5 ms
Disipación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 V AC</li> <li>• 24 V DC</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,4 W a 3,6 W</li> <li>• 0,4 W a 3,2 W</li> </ul>
Respaldo del reloj en tiempo real a 25 °C	Típ. 20 días
Precisión del reloj en tiempo real	Típ. $\pm 2$ s/día
<b>Entradas digitales</b>	
Cantidad	8, tensión positiva o negativa opcional
Aislamiento galvánico	No
Número de entradas rápidas	0
Frecuencia de entrada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrada normal</li> <li>• Entrada rápida</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máx. 4 Hz</li> <li>• - -</li> </ul>
Tensión admisible continua máx.	26,4 V AC 28,8 V DC
Tensión de entrada	L
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señal 0</li> <li>• Señal 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 5 V AC/DC</li> <li>• &gt; 12 V AC/DC</li> </ul>
Corriente de entrada en	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señal 0</li> <li>• Señal 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 1,2 mA</li> <li>• &gt; 2,6 mA</li> </ul>
Tiempo de retardo	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 a 1</li> <li>• 1 a 0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Típ. 1,5 ms</li> <li>• Típ. 15 ms</li> </ul>
Longitud de cable (sin pantalla)	Máx. 100 m
<b>Entradas analógicas</b>	
Cantidad	- -
Rango	- -

Cambio de horario de verano/invierno

Test online que permite observar los cambios de estado y las variables de proceso de LOGO! en modo RUN:

Estados de E/S digitales, marcas, bits de registro de desplazamiento y teclas de cursor

Valores de todas las E/S analógicas y marcas

Resultados de todos los bloques

Valores actuales (incluyendo los tiempos) de bloques seleccionados

Inicio y parada de la ejecución del programa vía el PC (cambio entre los modos RUN y STOP)

Comunicación de red

Crear bloques UDF (Página 259) para utilizarlos en un programa

Configurar el bloque de función de registro de datos para que el programa registre valores de proceso de los bloques de función configurados

La versión actual es LOGO! Soft Comfort V8.0. La Ayuda en pantalla de LOGO! Soft Comfort describe todas las funciones de programación y diseño.

# GUIAS DE LABORATORIO.

ANEXO A 10. Guía #1

## GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

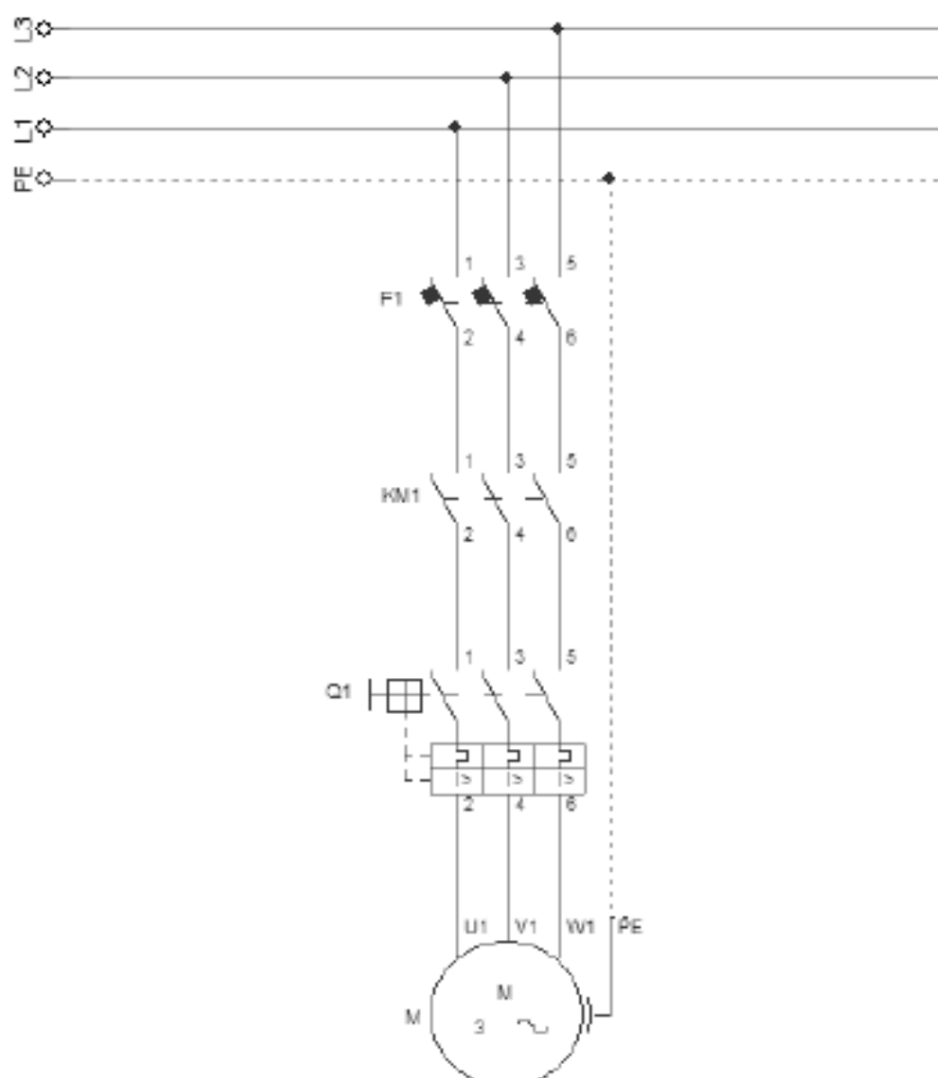
	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.</b>  <b>UNI-RUSB.</b>
---	--

FECHA: __/__/__
GRUPO: _____

FACULTAD	CARRERA	AÑO	TEMA DE APRENDIZAJE
FEC	Electrónica	VI	Programación para el control de motores trifásico
PRÀCTICA NO.	NOMBRE DE LA PRÀCTICA		DURACIÓN (HORAS)
01	Arranque directo con motor trifásico.		1 Hora
FUNDAMENTOS.			
<p>El arranque de un motor asíncrono consiste en su puesta en marcha al conectarlo a la red. Esto significa aplicar toda la tensión de línea a las bobina del motor, por medio de elementos como captadores Y actuadores (guarda motores, contactores y pulsadores).</p> <p>La corriente es absorbida por el motor de 6 a 8 veces la corriente nominal.</p> <p>Verificar corriente y tensión que soportan las bobinas del motor al conectarse a la red eléctrica.</p> <p>Realizar medición eléctrica; voltaje, corriente y frecuencia del motor.</p> <p>Observe el comportamiento para su respectiva conclusión.</p>			
OBJETIVO.			
<p>1. Familiarizarse con los elementos que posee el módulo didáctico.</p> <p>2. Interactuar con el módulo didáctico con el fin de desarrollar los programas.</p> <p>3. realizar los diagramas como son:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Diagrama de fuerza del Motor.</li><li>➤ Diagrama unifilar del Motor.</li><li>➤ Diagrama de Bloque o escalera del PLC.</li></ul>			
ELEMENTOS.		EQUIPOS DE MEDICION.	
<p>1. Base de Distribución (Power block).</p> <p>2. Base Autómata termomagnético. (control y fuerza).</p> <p>3. Base de Contactor 24Vac.</p> <p>4. Base transformador de control. (240V Primario 24Vac secundario).</p> <p>5. Base de Guarda motor.</p> <p>6. Base Luces de Piloto 24vac.</p> <p>7. Base paro de Emergencia.</p> <p>8. Motor eléctrico de ¼ HP- 230V- 3F.</p> <p>9. Bananas de conexión.</p> <p>10. Llevar laptop por grupo.</p>		<p>1. Pinza Amperimétrica.</p> <p>2. Multímetro.</p>	
		EQUIPOS DE SEGURIDAD.	
		<p>1. Gabachas Blancas.</p> <p>2. Gafas transparente.</p> <p>3. Zapatos con suela aislante.</p>	



Figura 1. Diagrama de fuerza.



GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

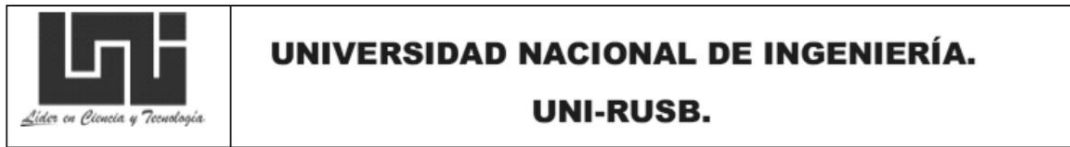


Figura 2. Diagrama de control para Alimentar el transformador de control.

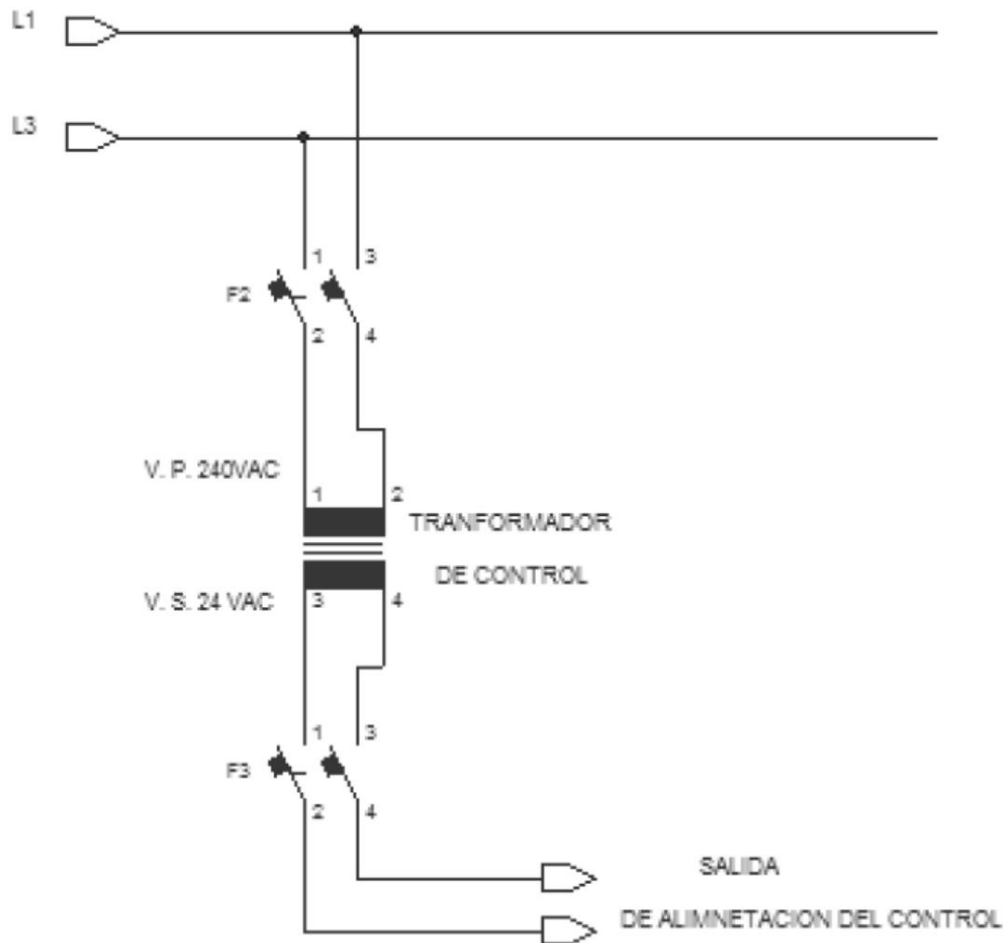
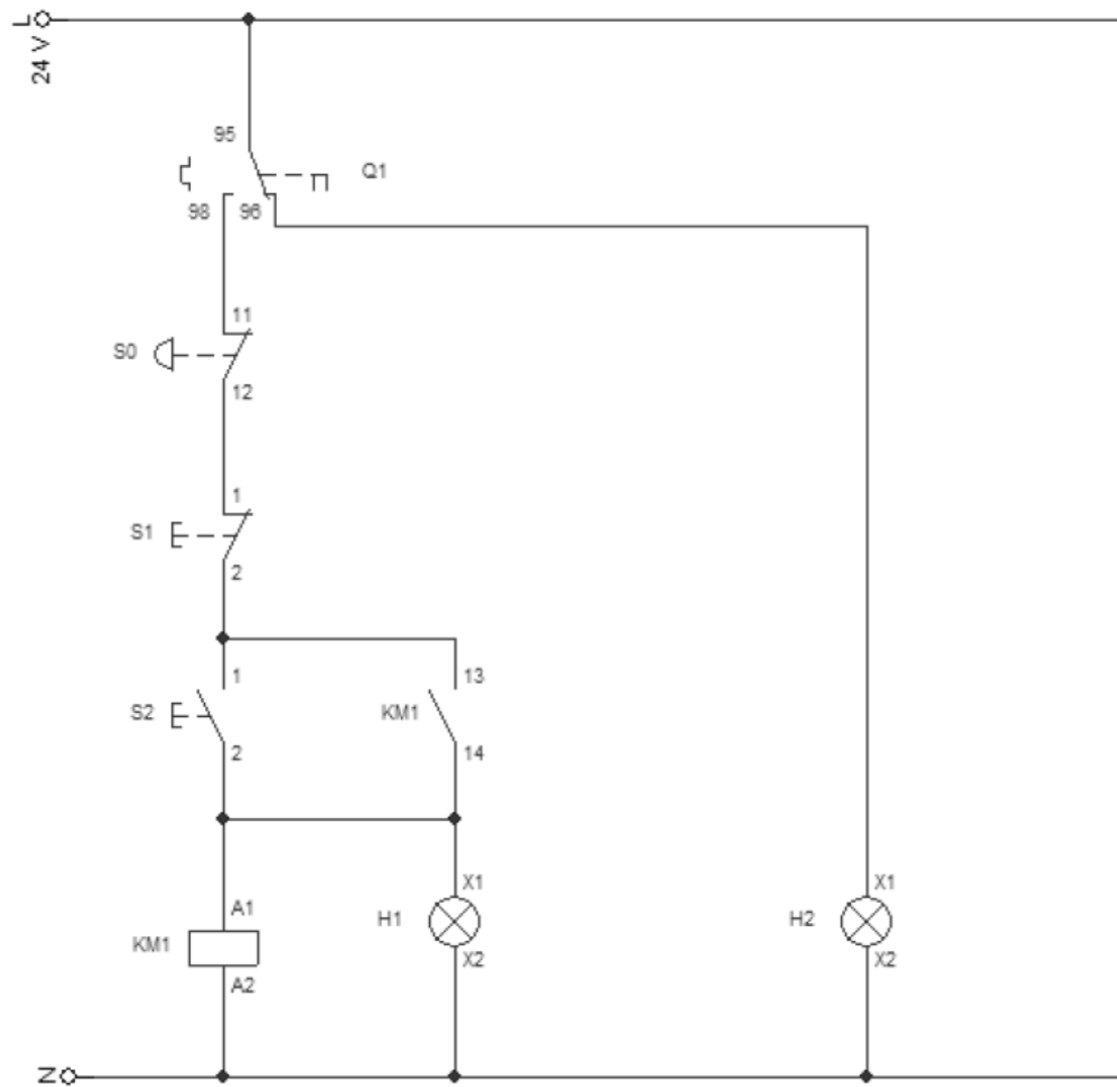




Figura 3. Diagrama Unifilar para el control



GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

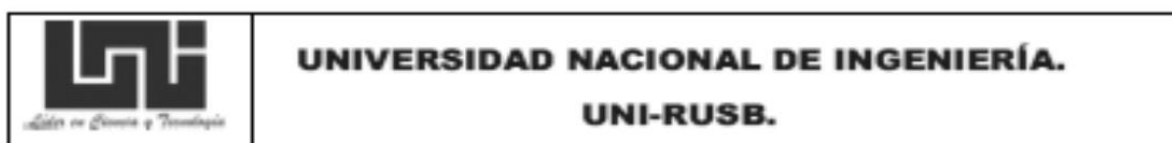


Figura 3. Diagrama de control con PLC (FUP Y KOP) del Motor.

Diagrama de función FUP.

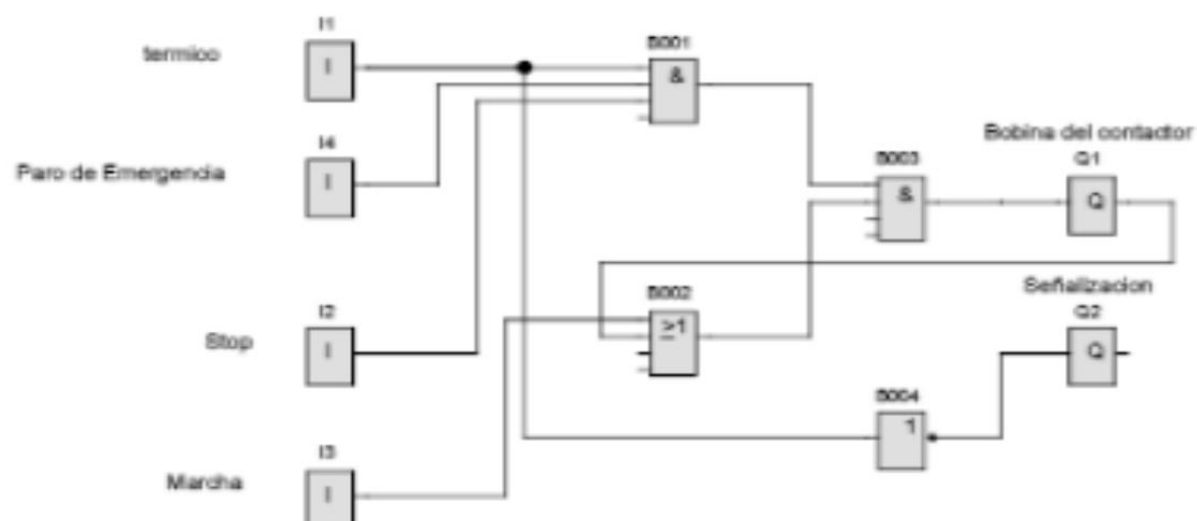
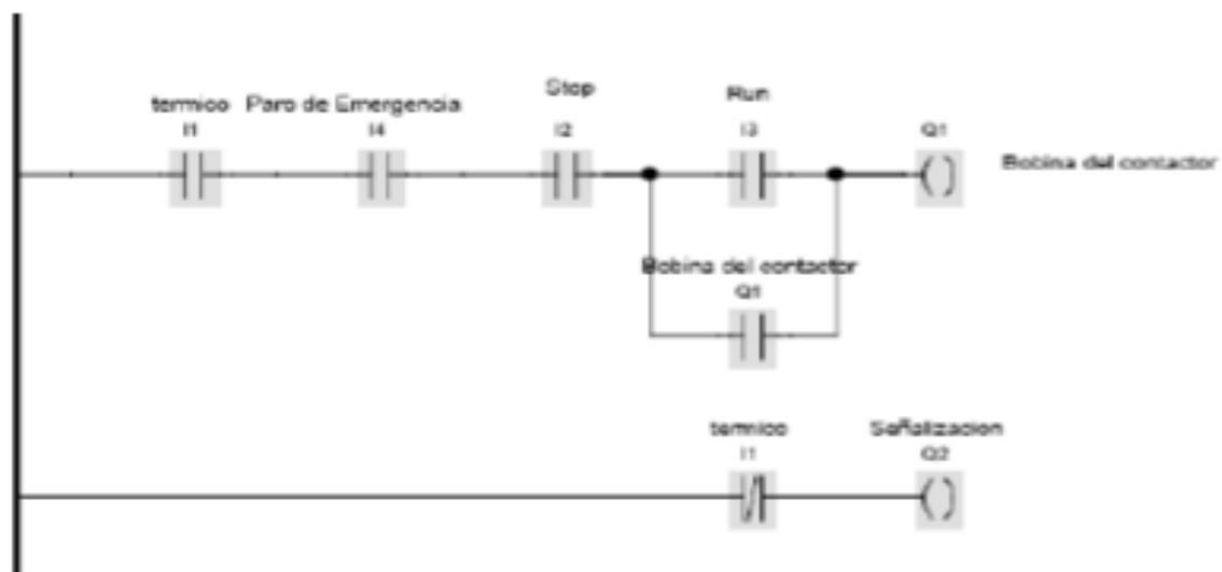



Diagrama de función KOP.





GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

	<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.</b></p> <p><b>UNI-RUSB.</b></p>
---	---

<p>PROCEDIMIENTO Y RECOMENDACIONES.</p>		
<p>CONCLUSIONES.</p>		
<p>INTEGRANTES.</p> <p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p>	<p>NUMERO DE CARNET.</p>	<p>DOCENTE.</p>

ANEXO A 11. Guía #2

## GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

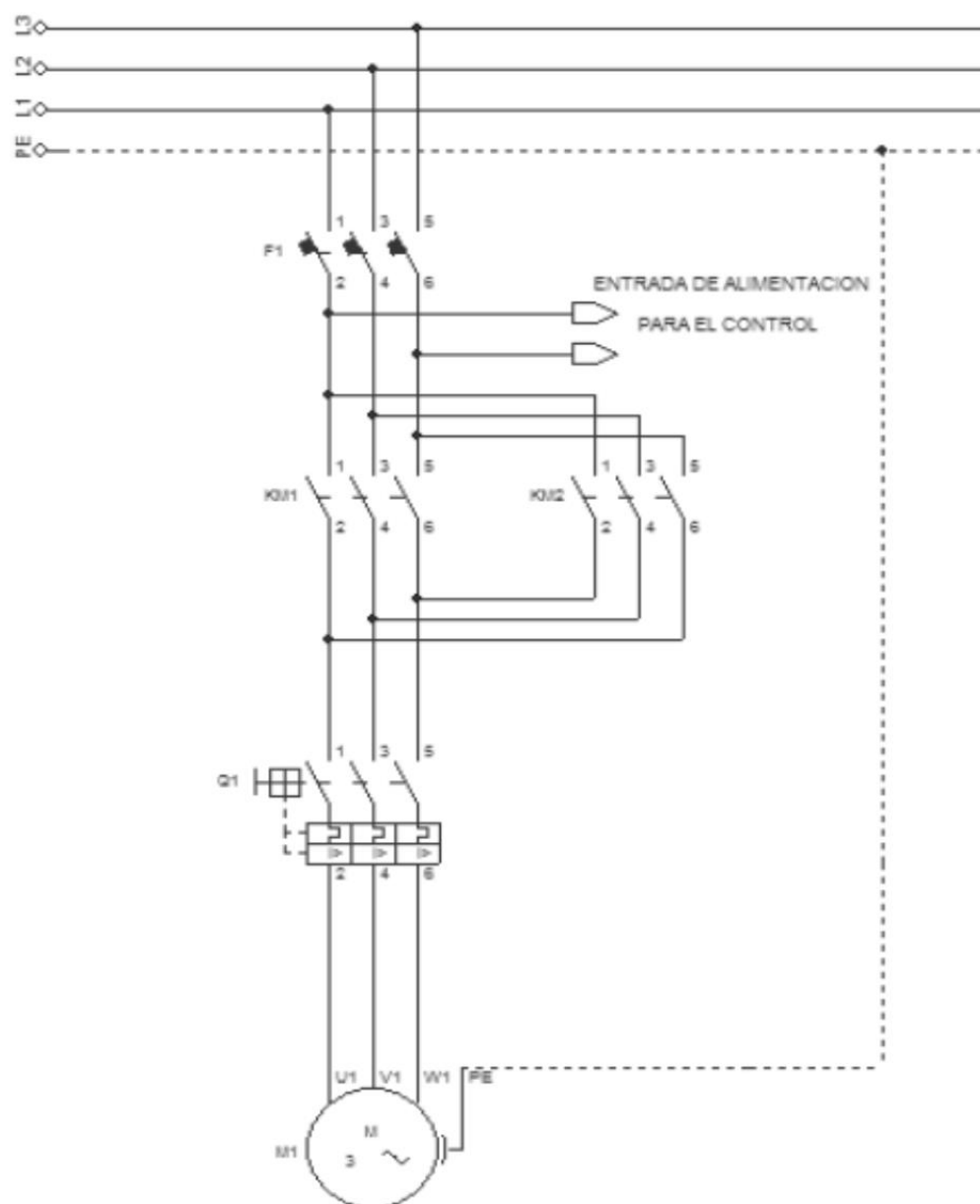
	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.</b> <b>UNI-RUSB.</b>
---	--

FECHA: \_\_\_\_\_

GRUPO: \_\_\_\_\_

FACULTAD	CARRERA	AÑO	TEMA DE APRENDIZAJE
FEC	Electrónica	VI	Control de motores trifásico
PRACTICA NO.	NOMBRE DE LA PRACTICA		DURACIÓN (HORAS)
02	Inversión del sentido de giro con motor trifásico.		1 Hora
FUNDAMENTOS.			
<p>Para invertir el giro del motor habrá que invertir el giro del campo magnético creado por el estator; de esta forma el rotor tenderá a seguirlo y girará en sentido contrario. Para conseguirlo, basta con invertir un par de fases cualesquiera de la línea trifásica de alimentación al motor, lo que en la práctica se realiza con dos contactores de conexión a red.</p> <p>Verificar la tensión que soporta las bobina del motor a conectar, su conexión eléctrica en sus bobinas y la corriente consumida en para los dos sentido de giro.</p>			
OBJETIVO.			
<p>Para esto se requiere realizar los siguiente Diagrama en el módulo.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Diagrama de fuerza del Motor.</li><li>2. Diagrama de control (botoneras) del Motor.</li><li>3. Diagrama de control (PLC) del Motor. Llevar una laptop por grupo.</li><li>4. Crear sus conclusiones al final del laboratorio.</li></ol>			
ELEMENTOS.		EQUIPOS DE MEDICION.	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Base de Distribución (Power block).</li><li>2. Base Autómata termomagnético. (control y fuerza).</li><li>3. Base de Contactor 24Vac.</li><li>4. Base transformador de control.</li><li>5. Base de Guarda motor.</li><li>6. Base Luces de Piloto 24vac.</li><li>7. Base paro de Emergencia.</li><li>8. Motor eléctrico de ¼ HP- 230V-3F.</li><li>9. Bananas de conexión.</li></ol>		<ol style="list-style-type: none"><li>1. Amperímetro de gancho</li><li>2. Multímetro.</li></ol>	
		EQUIPOS DE SEGURIDAD.	
		<ol style="list-style-type: none"><li>1. Gabachas Blancas.</li><li>2. Gafas transparente.</li><li>3. Zapatos de hule.</li></ol>	

Figura 1. Diagrama de fuerza.



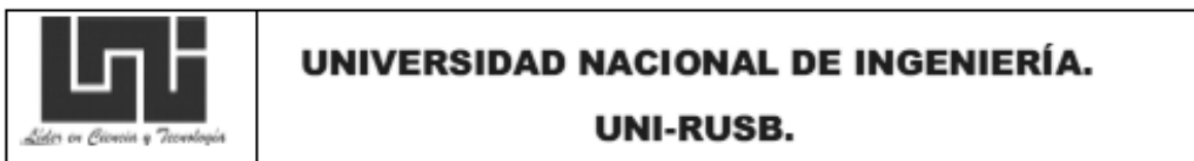
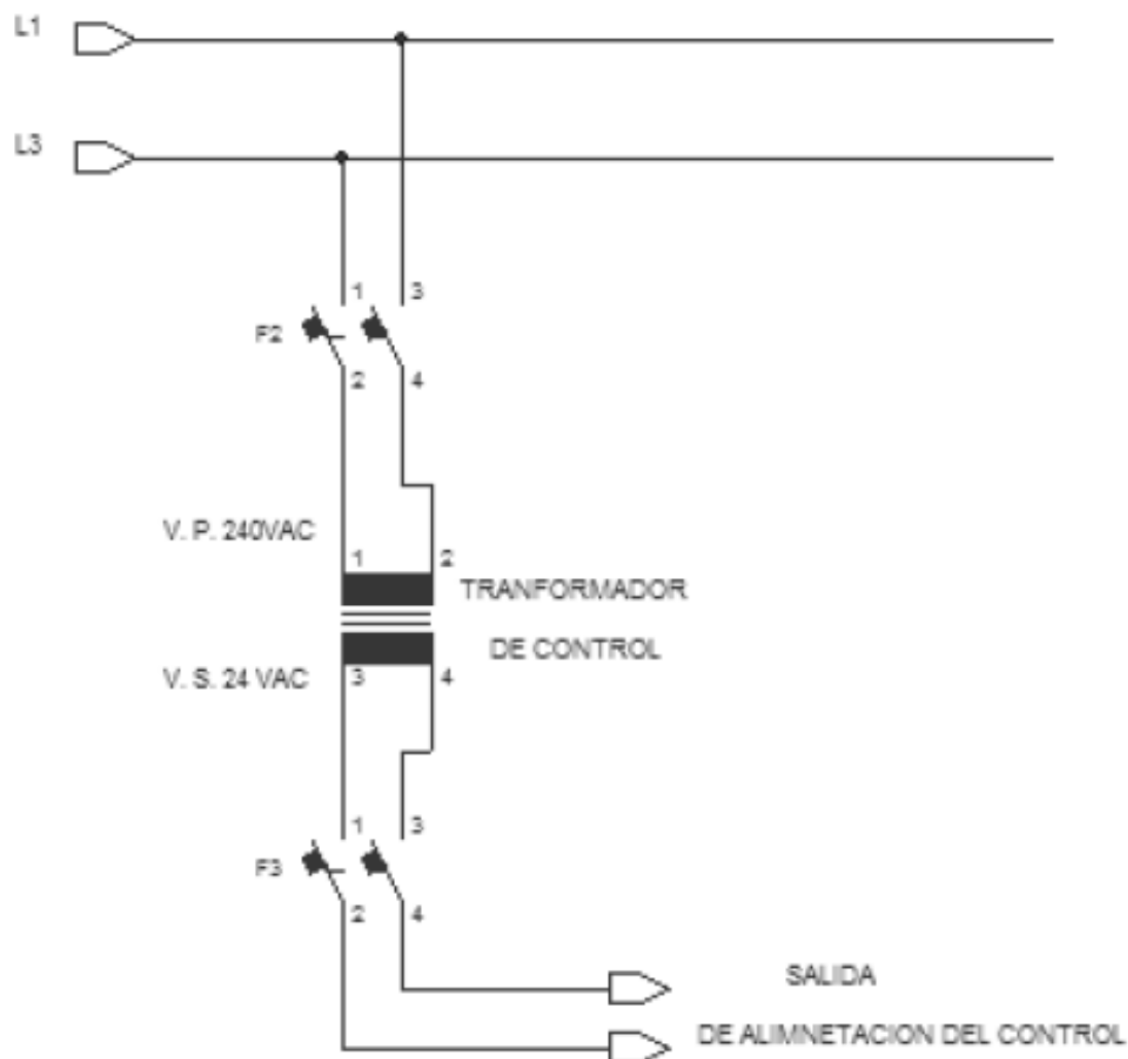


Figura 2. Diagrama de control para Alimentar el trasformador de control.



GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

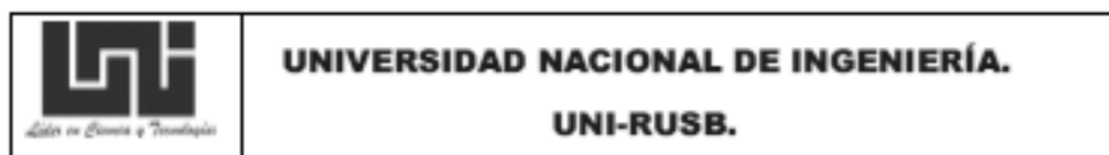
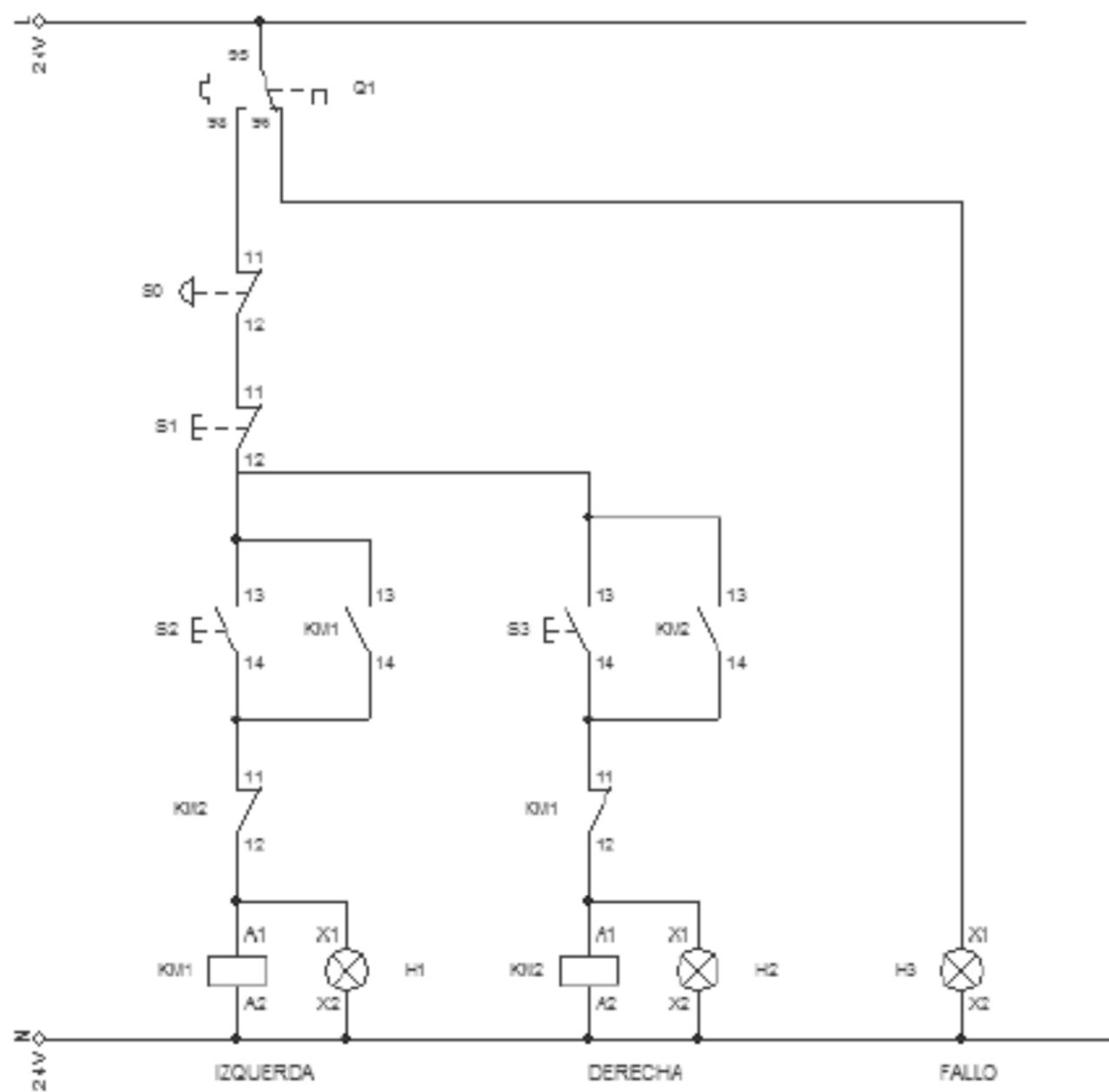


figura 3. Diagrama Unifilar para el control





GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.**  
**UNI-RUSB.**

**MEDIDAS DE SEGURIDAD**

**CONCLUSIONES.**


**INTEGRANTES.**

- 1.
- 2.
- 3.

**NUMERO DE CARNET.**

**DOCENTE.**

**GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.**

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.</b> <b>UNI-RUSB.</b>
---	--

FECHA: \_\_\_\_\_

GRUPO: \_\_\_\_\_

FACULTAD	CARRERA	AÑO	TEMA DE APRENDIZAJE
FEC	Electrónica	VI	Control de motores trifásico
PRACTICA NO.	NOMBRE DE LA PRACTICA		DURACIÓN (HORAS)
03	Arranque estrella delta para motores trifásico.		1 Hora
<b>FUNDAMENTOS.</b>			
<p>La conexión estrella-triángulo o estrella-delta es un modo de conexión (en dos tiempos) para un motor trifásico, el cual se emplea para lograr un rendimiento óptimo en el arranque de un motor.</p> <p>Verificar la tensión que soporta las bobina del motor, su conexión eléctrica en sus bobinas en estrella o delta. Y verificar el consumo de corriente en las bobinas de entrada del motor.</p>			
<b>OBJETIVO.</b>			
<p>Para esto se requiere realizar los siguiente Diagrama en el módulo.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diagrama de fuerza del Motor.</li> <li>2. Diagrama de control (botoneras) del Motor.</li> <li>3. Diagrama de control (PLC) del Motor. Llevar una laptop por grupo.</li> <li>4. Crear sus conclusiones al final del laboratorio.</li> </ol>			
ELEMENTOS.		EQUIPOS DE MEDICION.	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Base de Distribución (Power block).</li> <li>2. Base Autómata termomagnético. (control y fuerza).</li> <li>3. Base de Contactor 24Vac.</li> <li>4. Base transformador de control.</li> <li>5. Base de Guarda motor.</li> <li>6. Base Luces de Piloto 24vac.</li> <li>7. Base paro de Emergencia.</li> <li>8. Motor eléctrico de ¼ HP- 230V-3F.</li> <li>9. Bananas de conexión.</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Amperímetro de gancho</li> <li>2. Multímetro.</li> </ol>	
		<b>EQUIPOS DE SEGURIDAD.</b>	
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gabachas Blancas.</li> <li>2. Gafas transparente.</li> <li>3. Zapatos de hule.</li> </ol>	





Figura 1. Diagrama de fuerza.

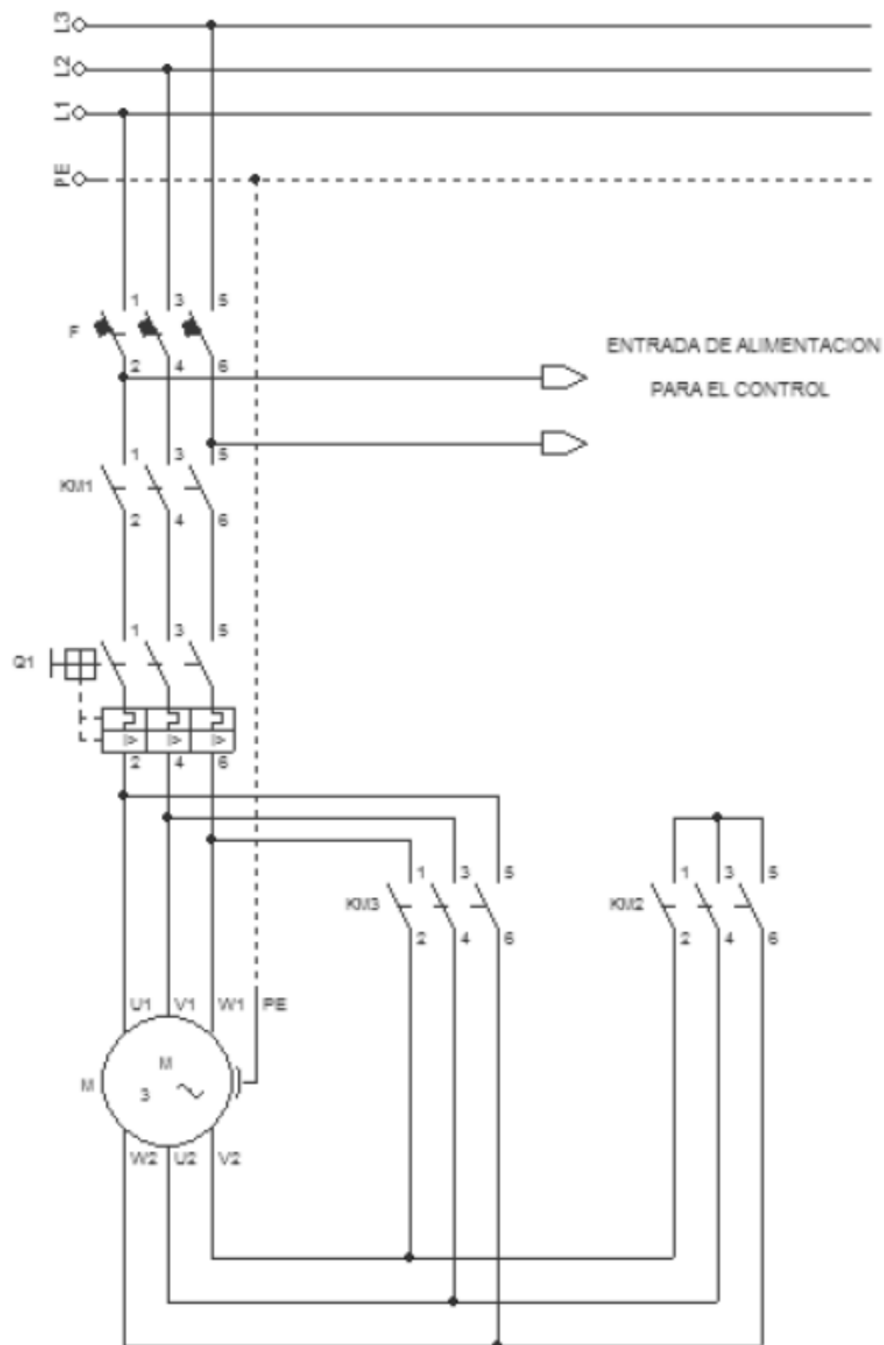
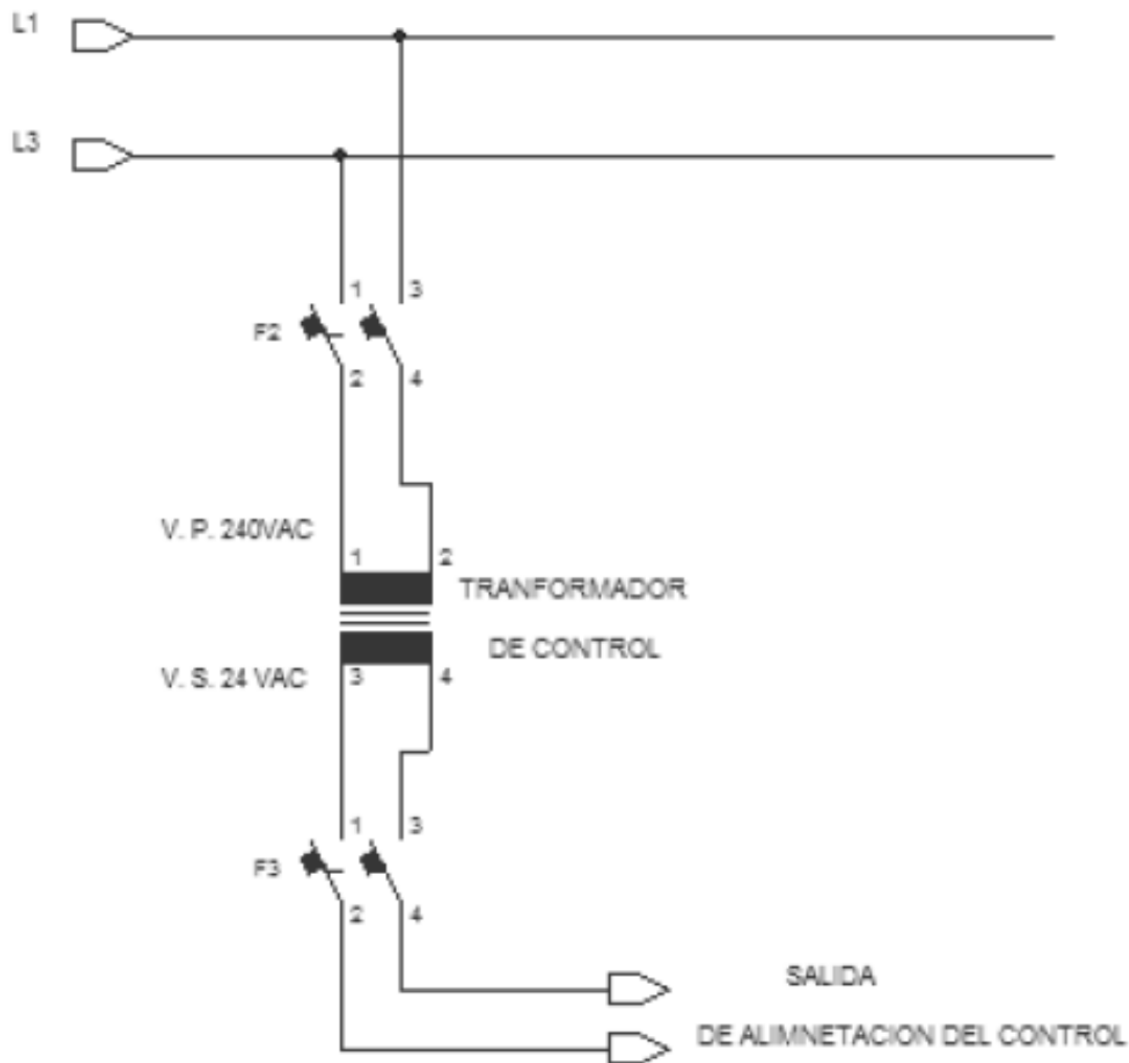




Figura. 2 Diagrama de control para Alimentar el trasformador de control.





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.**

**UNI-RUSB.**

Diagrama de control con PLC (FUP Y KOP) del Motor.

Figura 4. Diagrama de función FUP.

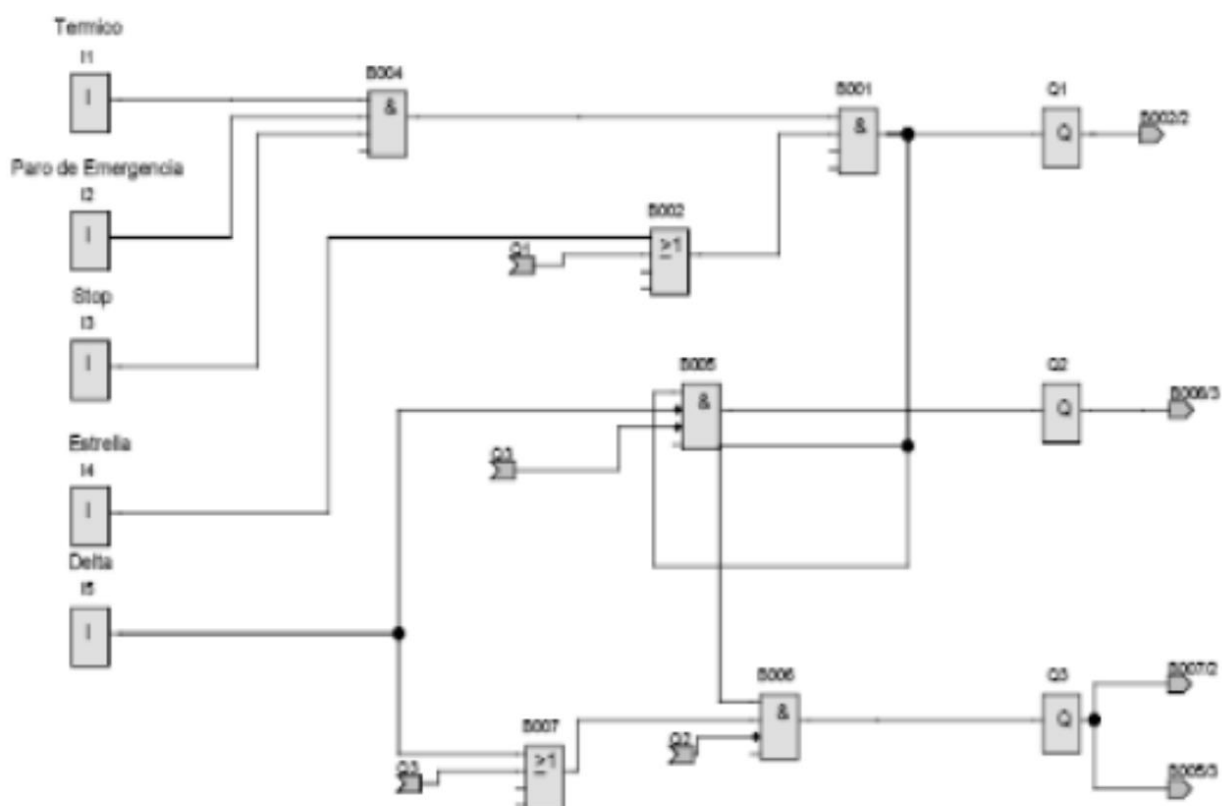
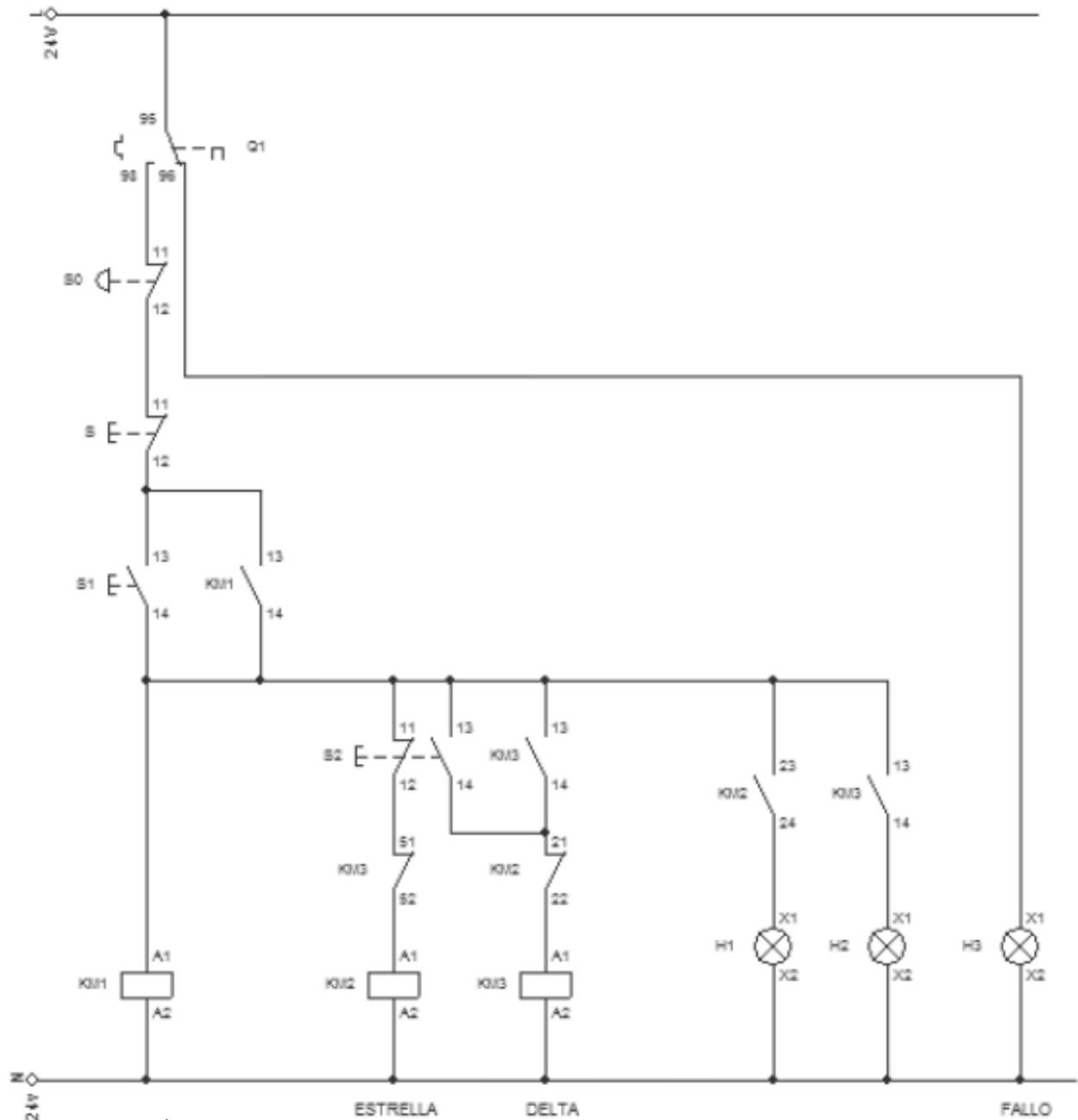




Figura 3. Diagrama de control. (Botoneras)



## GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.



### **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA. UNI-RUSB.**

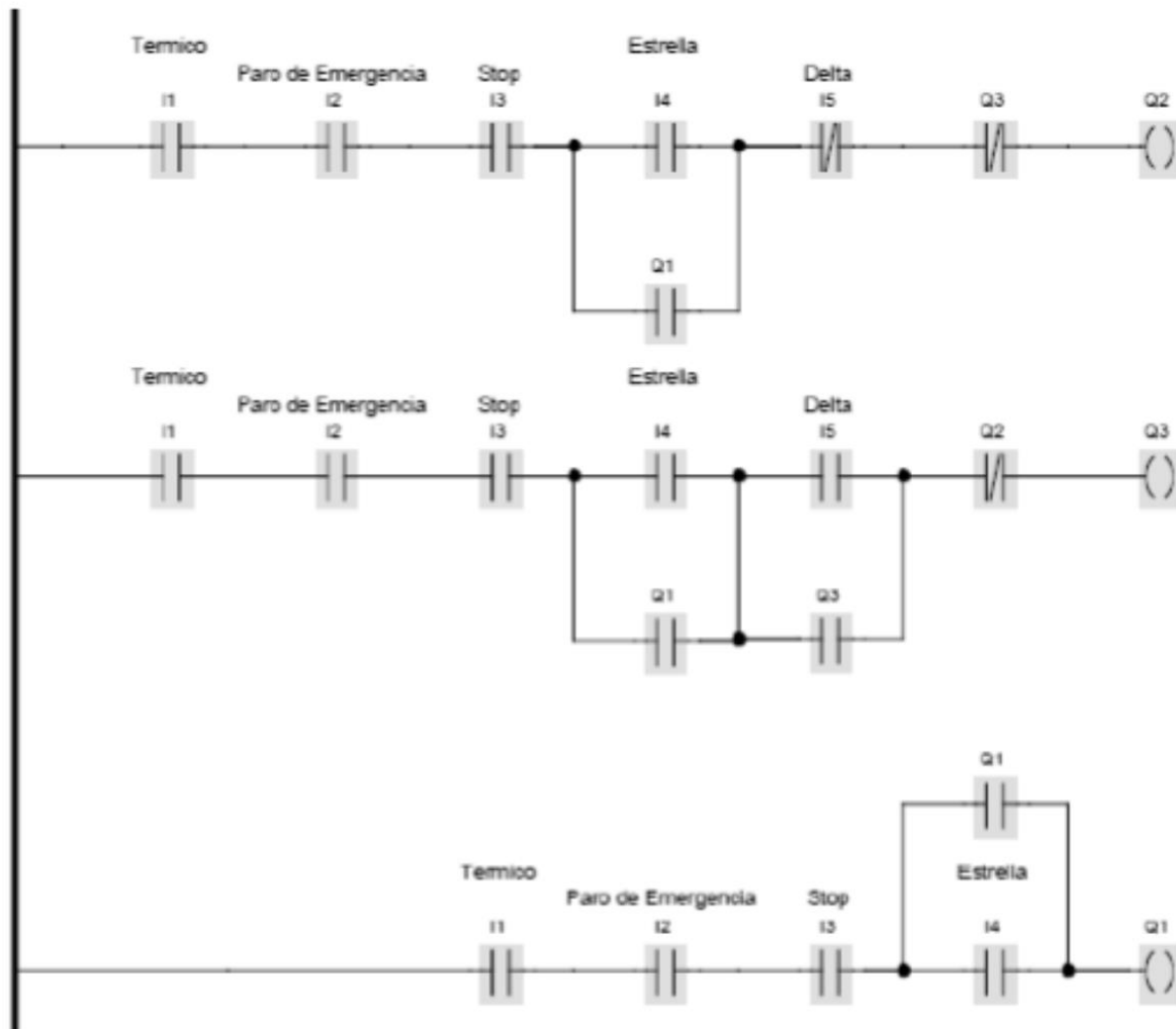
FECHA: \_\_\_\_\_

GRUPO: \_\_\_\_\_


FACULTAD	CARRERA	AÑO	TEMA DE APRENDIZAJE	
FEC	Electrónica	VI	Control de motores trifásico	
PRACTICA NO.	NOMBRE DE LA PRACTICA		DURACIÓN (HORAS)	
04	Arranque de tres motores trifásicos en cascada.		1 Hora	
FUNDAMENTOS.				
Algunas aplicaciones en la industria requieren el arranque de tres motores en cascada, cada motor con características diferentes, como corriente nominal, potencia y velocidad. Adicionalmente, de acuerdo con la aplicación se pueden tener diferentes características de arranque, como rampa de tensión o regulación de par, siendo típicamente necesario un arrancador suave por cada motor.				
Verificar la tensión que soporta las bobinas del motor, su conexión eléctrica en sus bobinas. Verificar el consumo de corriente y voltaje en las bobinas de entrada del motor. Observe el comportamiento para sus respectivas conclusiones.				
OBJETIVO.				
Para esto se requiere realizar los siguiente Diagrama en el módulo.				
<div>1. Diagrama de fuerza del Motor.</div> <div>2. Diagrama de control (botoneras) del Motor.</div> <div>3. Diagrama de control (PLC) del Motor. Llevar una laptop por grupo.</div> <div>4. Crear sus conclusiones al final del laboratorio.</div>				
ELEMENTOS.			EQUIPOS DE MEDICION.	
<div>1. Base de Distribución (Power block).</div> <div>2. Base Autómata termomagnético. (control y fuerza).</div> <div>3. Base de Contactor 24Vac.</div> <div>4. Base transformador de control.</div> <div>5. Base de Guarda motor.</div> <div>6. Base Luces de Piloto 24vac.</div> <div>7. Base paro de Emergencia.</div> <div>8. Motor eléctrico de ¼ HP- 230V-3F.</div> <div>9. Bananas de conexión.</div>			<div>1. Amperímetro de gancho</div> <div>2. Multímetro.</div>	
			EQUIPOS DE SEGURIDAD.	
			<div>1. Gabachas Blancas.</div> <div>2. Gafas transparente.</div> <div>3. Zapatos de hule.</div>	



Figura 5. Esquema de contacto KOP.



GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

	<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.</b></p> <p><b>UNI-RUSB.</b></p>
---	---

<p><b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b></p>		
<p><b>PROCEDIMIENTO DE MONTAJE</b></p>		
<p><b>CONCLUSIONES.</b></p>		
<p><b>INTEGRANTES.</b></p> <p>1. 2. 3.</p>	<p><b>NUMERO DE CARNET.</b></p>	<p><b>DOCENTE.</b></p>



Figura 1. Diagrama de fuerza.

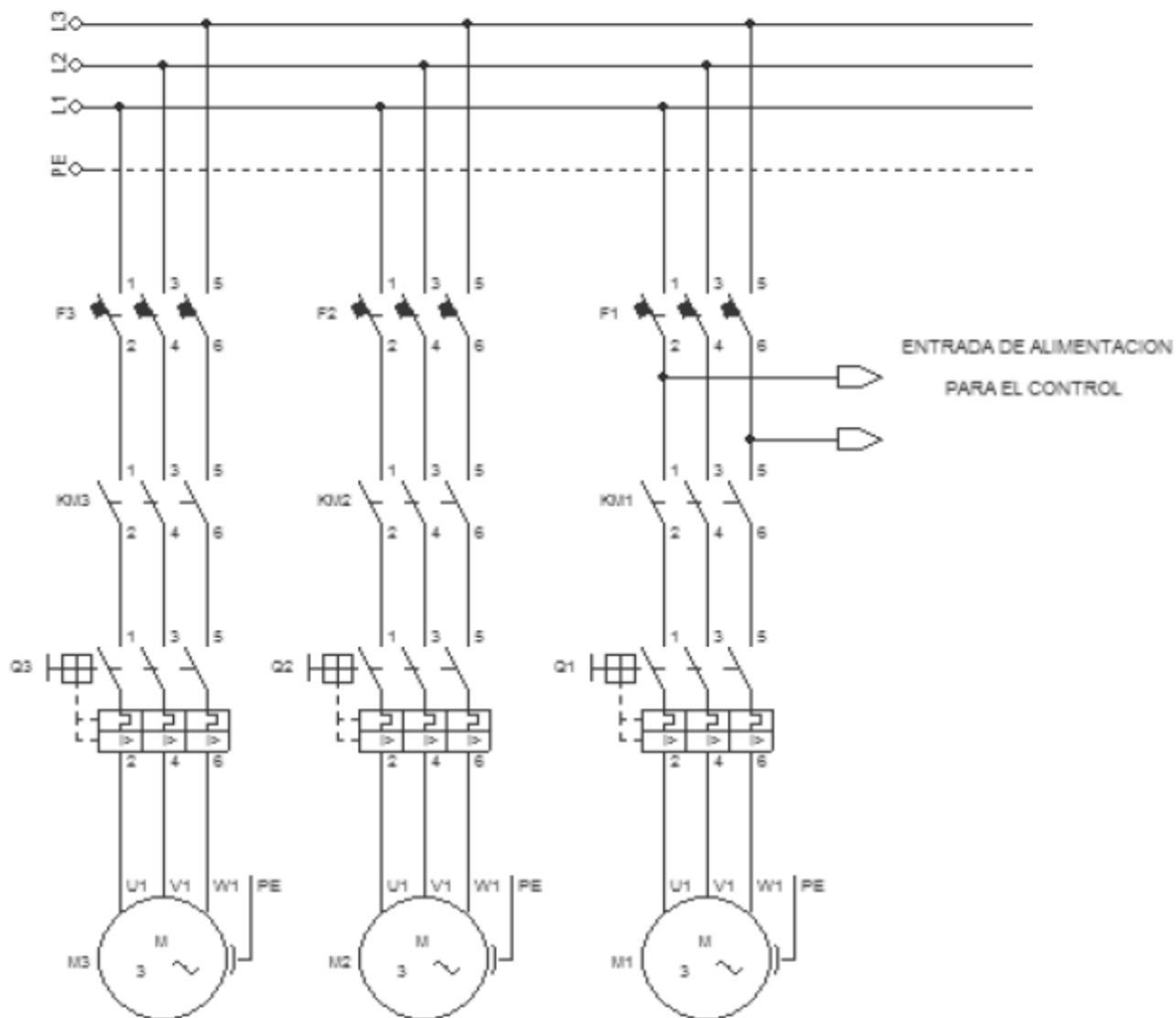






Figura 2. Diagrama de Control.

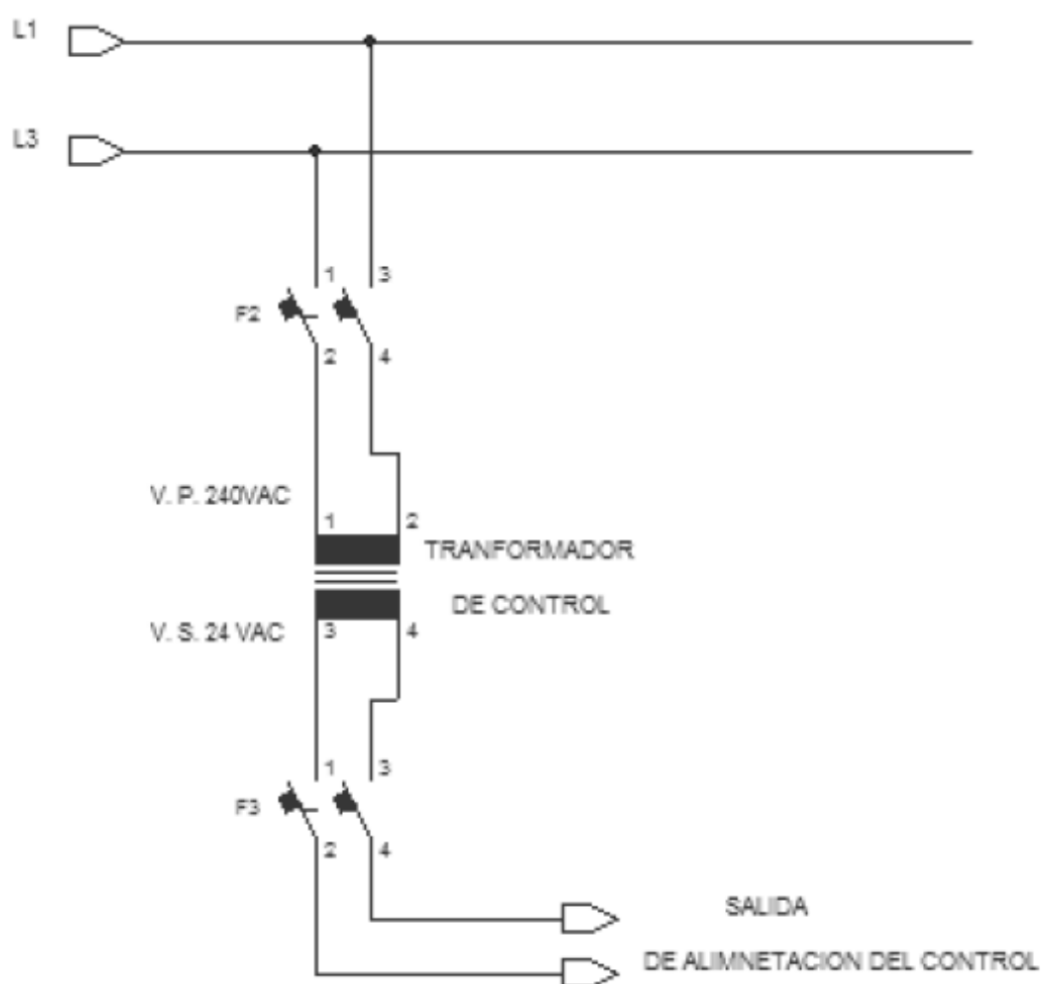




Figura 3. Diagrama de control. (Botoneras)

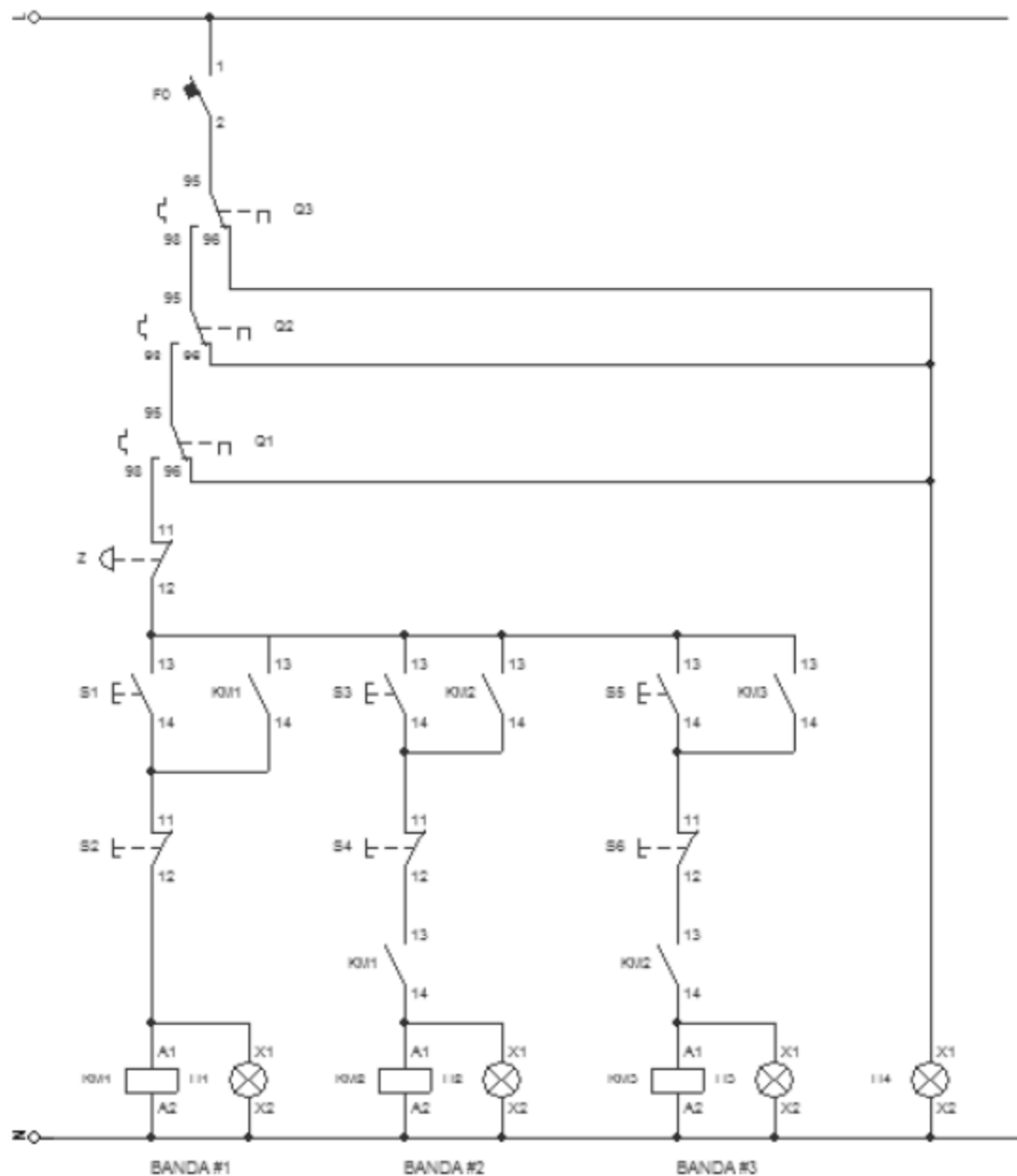
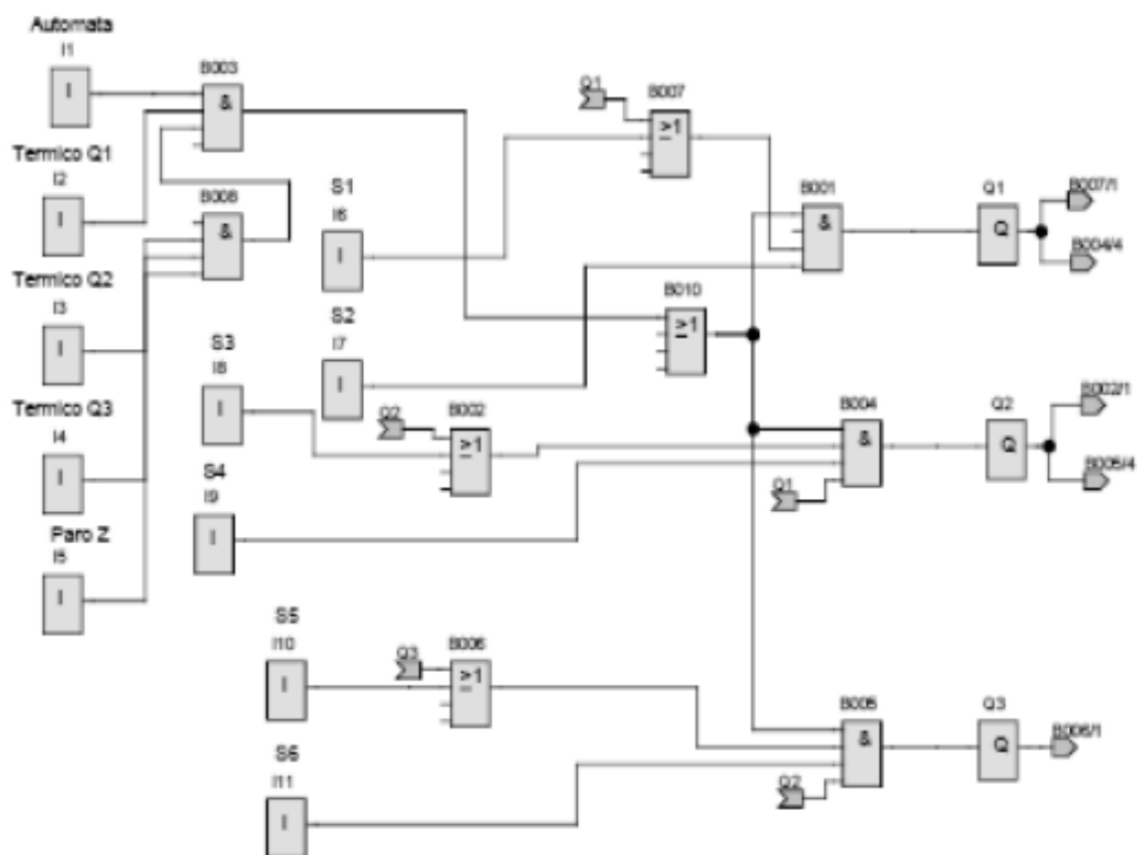




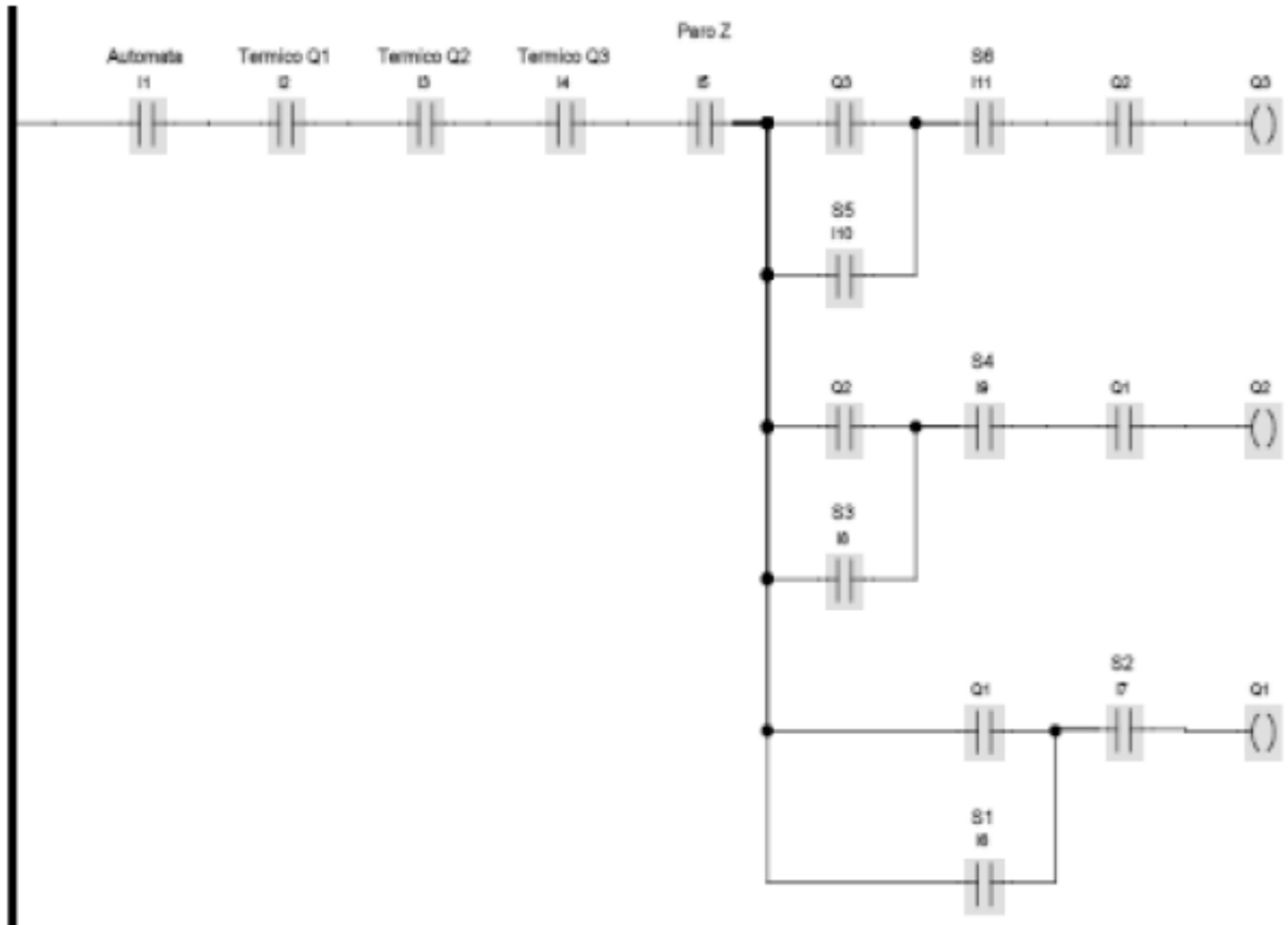
Figura 4. Diagrama de control con PLC (FUP Y KOP) del Motor.

Diagrama de función FUP.



## GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

Esquema de contacto KOP.



## GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

MEDIDAS DE SEGURIDAD		
PROCEDIMIENTO DE MONTAJE		
CONCLUSIONES.		
<p>ANEXO A 14. Guía #5</p>		
INTEGRANTES. 1. 2. 3.	NUMERO DE CARNET.	DOCENTE.

## GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.



Lideres en Ciencia y Tecnología

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.**

**UNI-RUSB.**

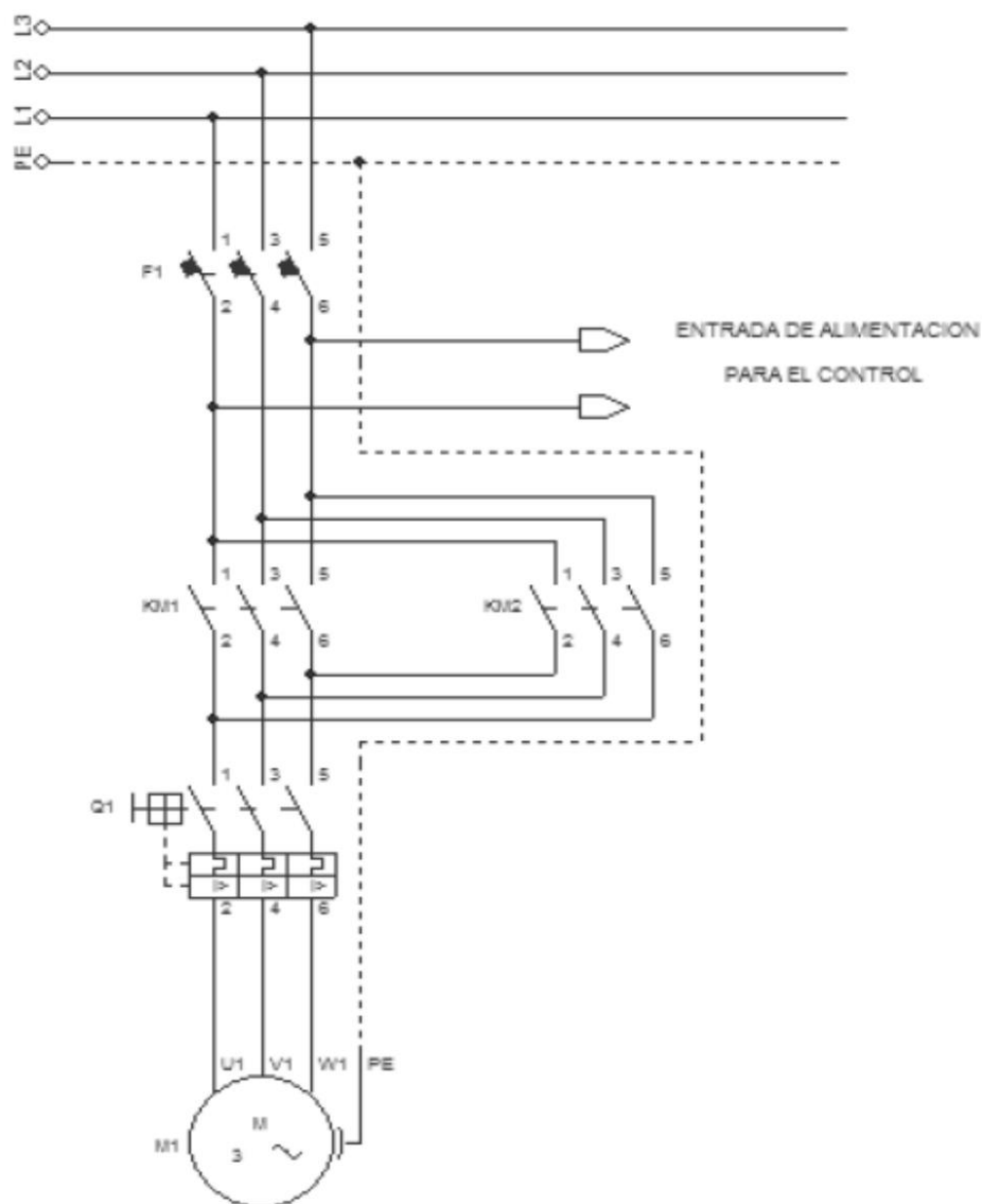
FECHA: \_\_\_\_\_

GRUPO: \_\_\_\_\_

FACULTAD	CARRERA	AÑO	TEMA DE APRENDIZAJE		
FEC	Electrónica	VI	Control de motores trifásico		
PRACTICA NO.	NOMBRE DE LA PRACTICA		DURACIÓN (HORAS)		
05	Puerta Automática.		1 Hora		
FUNDAMENTOS.					
<p>Una puerta automática es una puerta que se abre y cierra automáticamente. Se requiere una instalación para llevar a cabo la apertura y cierre de la puerta, que se lleva a cabo mediante cualquier tipo de energía en lugar de la fuerza humana, por ejemplo la electricidad entre otras.</p> <p>Verifique la corriente y tensión que soportan las bobinas del motor al conectarse a la red eléctrica. Realice mediciones de voltaje y corriente. Observe el comportamiento para su respectiva conclusión.</p>					
OBJETIVO.					
<p>Para esto se requiere realizar los siguiente Diagrama en el módulo.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Diagrama de fuerza del Motor.</li><li>2. Diagrama de control (botoneras) del Motor.</li><li>3. Diagrama de control (PLC) del Motor. Llevar una laptop por grupo.</li><li>4. Crear sus conclusiones al final del laboratorio.</li></ol>					
ELEMENTOS.		EQUIPOS DE MEDICION.			
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Base de Distribución (Power block).</li><li>2. Base Automata Temomagnético. (control y fuerza).</li><li>3. Base de Contactor 24Vac.</li><li>4. Base transformador de control.</li><li>5. Base de Guarda motor.</li><li>6. Base Luces de Piloto 24vac.</li><li>7. Base paro de Emergencia.</li><li>8. Motor eléctrico de ¼ HP- 230V-3F.</li><li>9. Bananas de conexión.</li><li>10. ...</li><li>11. ...</li></ol>		<ol style="list-style-type: none"><li>1. Amperímetro de gancho</li><li>2. Multímetro.</li></ol>			
		EQUIPOS DE SEGURIDAD.			
		<ol style="list-style-type: none"><li>1. Gabachas Blancas.</li><li>2. Gafas transparente.</li><li>3. Zapatos de hule.</li></ol>			



Figura 1. Diagrama de fuerza.



## GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

Figura 2. Diagrama de Control.

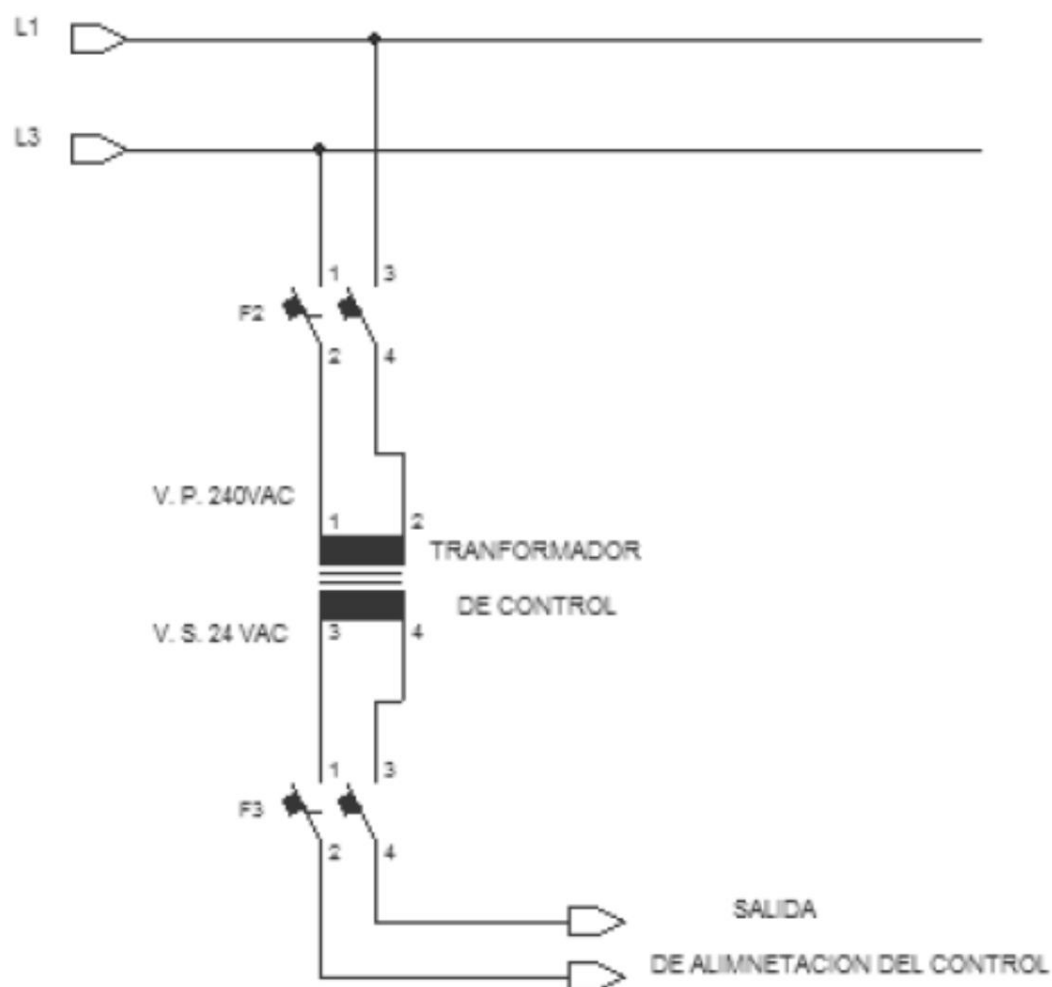
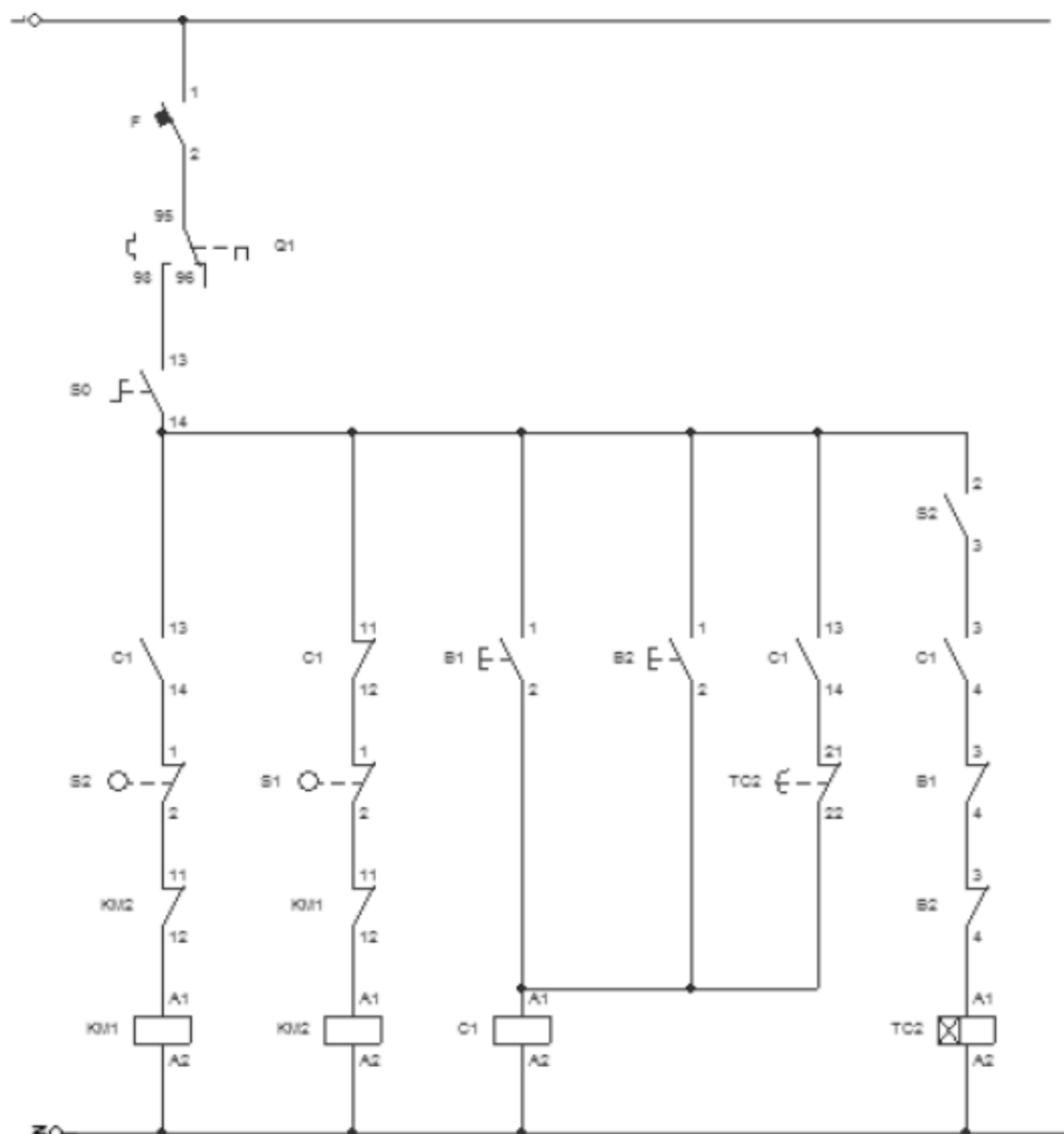




Figura 3. Diagrama de control. (Botoneras)



## GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

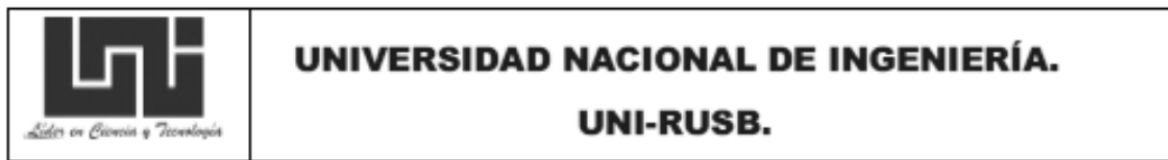
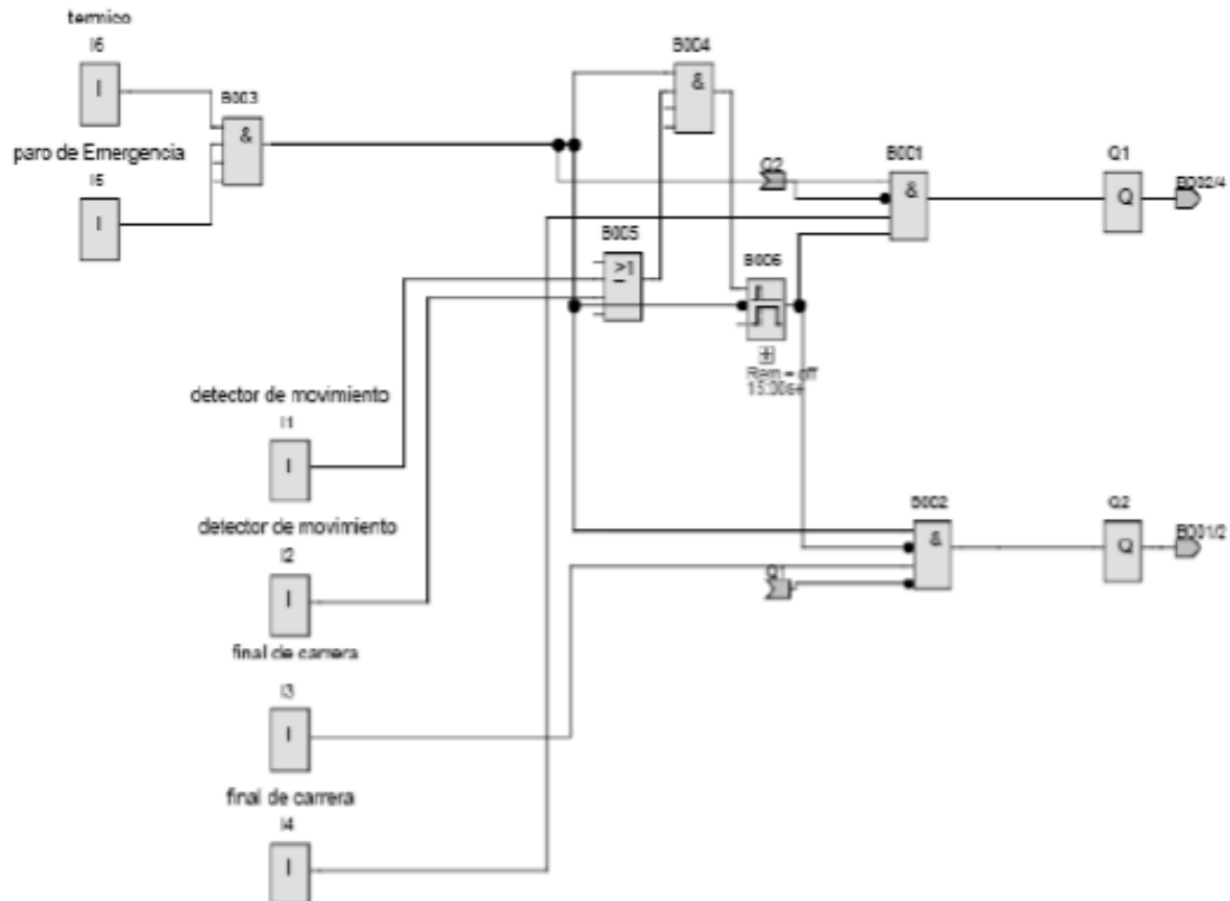


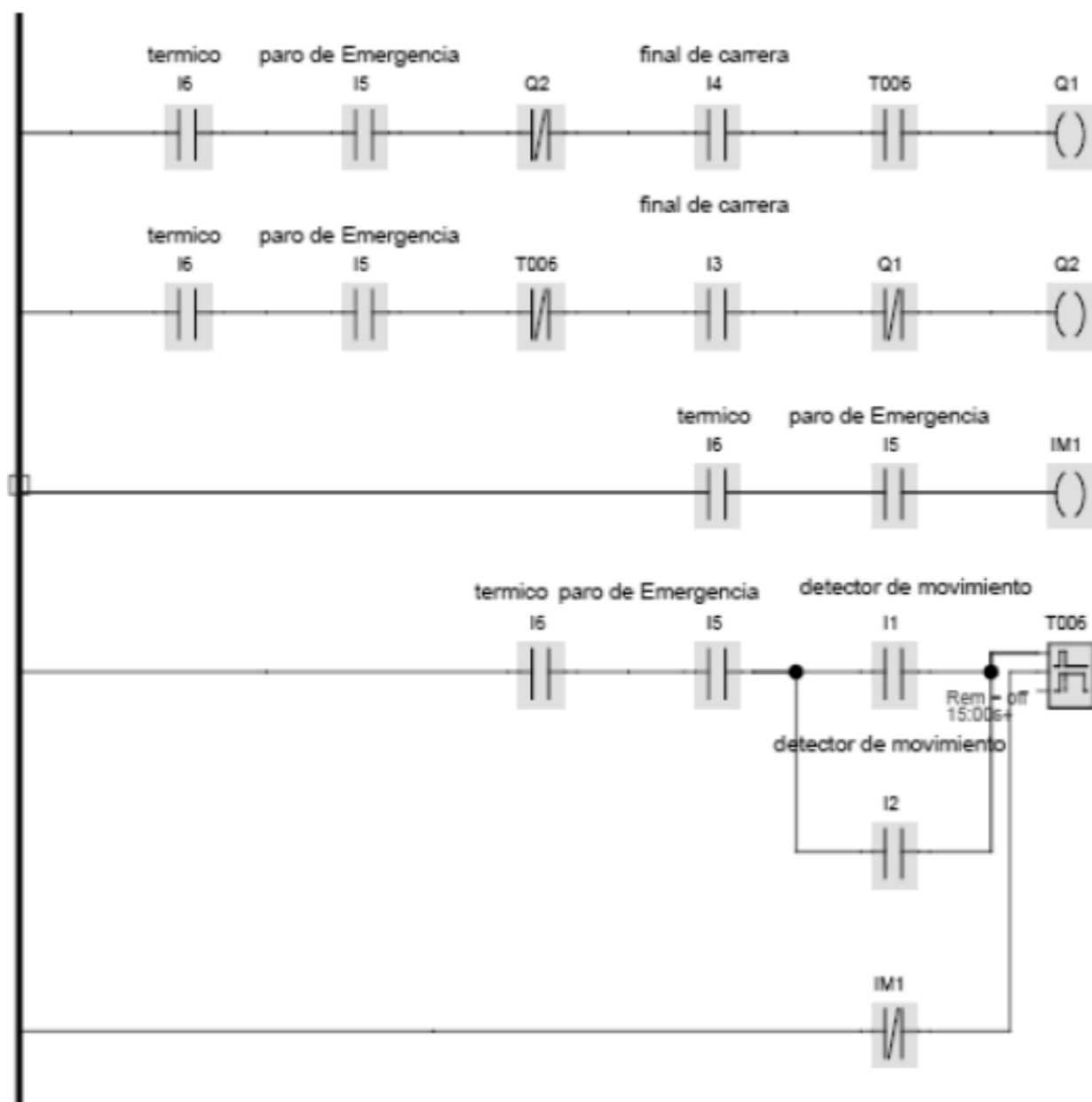
Figura 3. Diagrama de control con PLC (FUP Y KOP) del Motor.

Diagrama de función FUP.



## GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.


Esquema de contacto KOP.



**GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.**

<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b>		
<b>PROCEDIMIENTO DE MONTAJE</b>		
<b>CONCLUSIONES.</b>		
<b>INTEGRANTES.</b> 1. 2. 3.	<b>NUMERO DE CARNET.</b>	<b>DOCENTE.</b>

## GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA.</b>  <b>UNI-RUSB.</b>
---	--

FECHA: \_\_\_\_\_

GRUPO: \_\_\_\_\_

FACULTAD	CARRERA	AÑO	TEMA DE APRENDIZAJE
FEC	Electrónica	VI	Control de motores de forma Automático con PLC
PRACTICA NO.	NOMBRE DE LA PRACTICA		DURACIÓN (HORAS)
06	Sistema Hidroneumático		1 Hora
FUNDAMENTOS.			
Entre los diferentes sistemas de abastecimiento y distribución de agua en edificios e instalaciones, los Equipos Hidroneumáticos han demostrado ser una opción eficiente y versátil, con grandes ventajas frente a otros sistemas. Los Sistemas Hidroneumáticos se basan en el principio de compresibilidad o elasticidad del aire cuando es sometido a presión, funcionando de la siguiente manera: El agua que es suministrada desde el acueducto público u otra fuente, es retenida en un tanque de almacenamiento; de donde, a través de un sistema de bombas, será impulsada a un recipiente a presión (de dimensiones y características calculadas en función de la red), y que posee volúmenes variables de agua y aire.			
Observe el comportamiento para su respectiva conclusión. Recuerde siempre realizar las mediciones eléctricas correspondientes.			
adiestramiento			
En un condominio de doces viviendas se necesita que el acueducto (agua potable), llegue a cada vivienda, a una presión de 45 psi. El diseño de lo que se requiere se Ve en la figura #1, realice los siguiente Diagrama para el sistema hidroneumático del condominio.			
1. Diagrama de fuerza de la bomba (Motor).			
2. Diagrama de control de la bomba.			
3. Escribir programas aplicados al Módulo lógico LOGO! de SIEMENS con el programa Logosoft.			
4. Simular el sistema usando las funciones de Logosoft en el módulo.			
ELEMENTOS.		EQUIPOS DE MEDICION.	
1. Distribución (Power block). 2. Contactor 24V. 3. Autómatas (control y fuerza) 4. Guardamotor. 5. Luces de Piloto. 6. Selector de posición. 7. Paro de Emergencia. 8. Interruptores (nivel I.F y S.P). 9. Motor eléctrico de ¼ HP- 230V-3F. 10. Pulsadores (Cerrado y Abierto). 11. Etc.		1. Amperímetro de gancho 2. Multímetro.	
		EQUIPOS DE SEGURIDAD.	
		1. Gabachas Blancas. 2. Gafas transparente. 3. Zapatos de hule.	



## GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

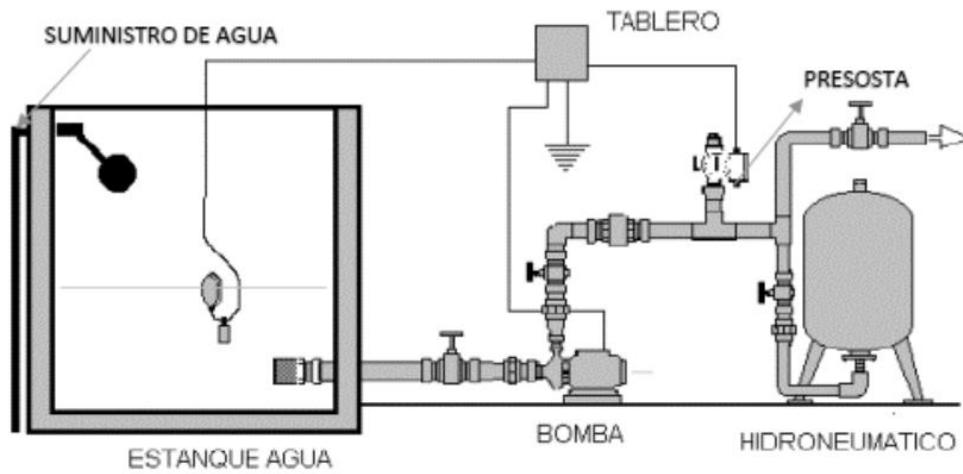
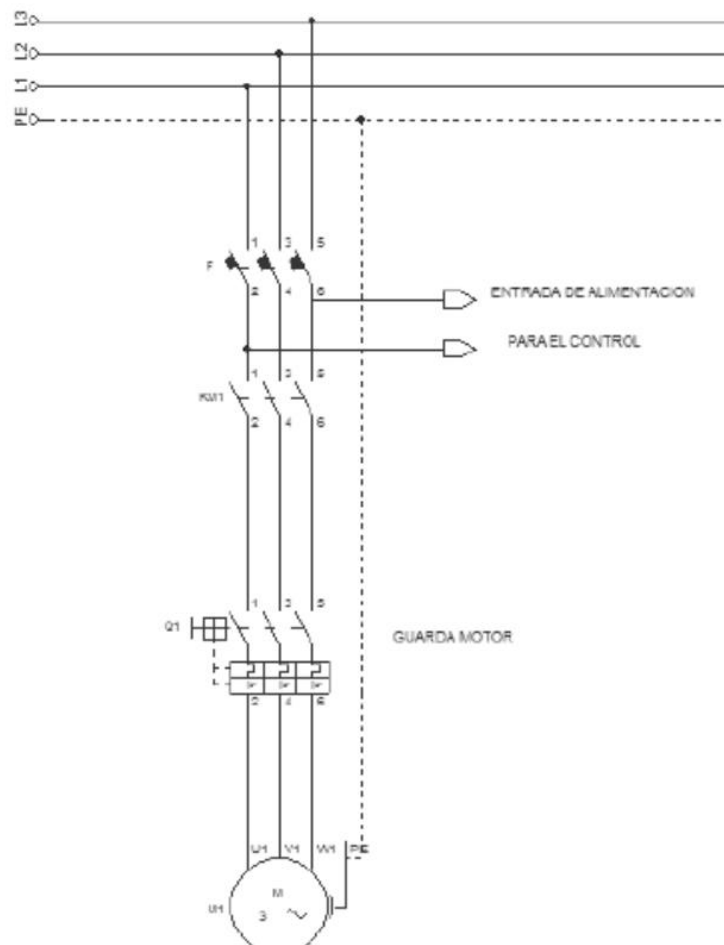


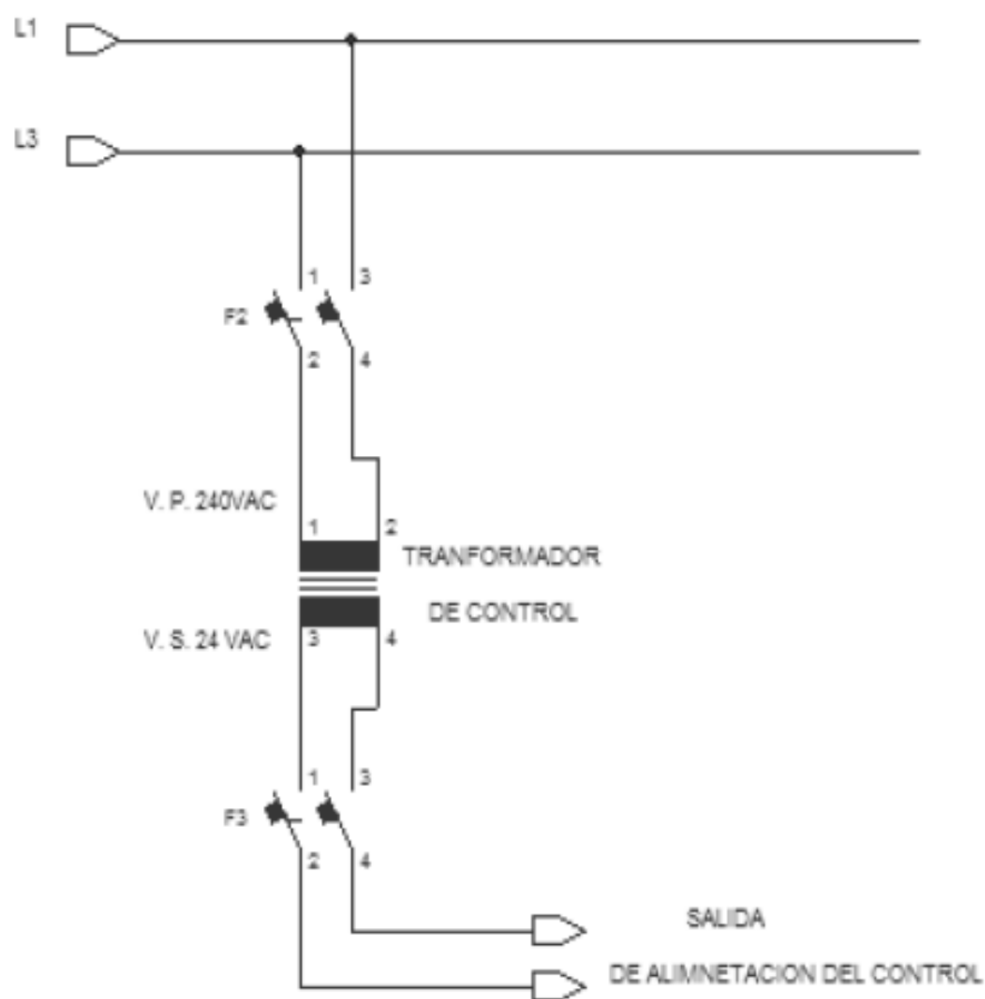
Figura #1. Ejemplo como se puede presentar un sistema hidroneumático.

Figura #2. Diagrama de fuerza.



## GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

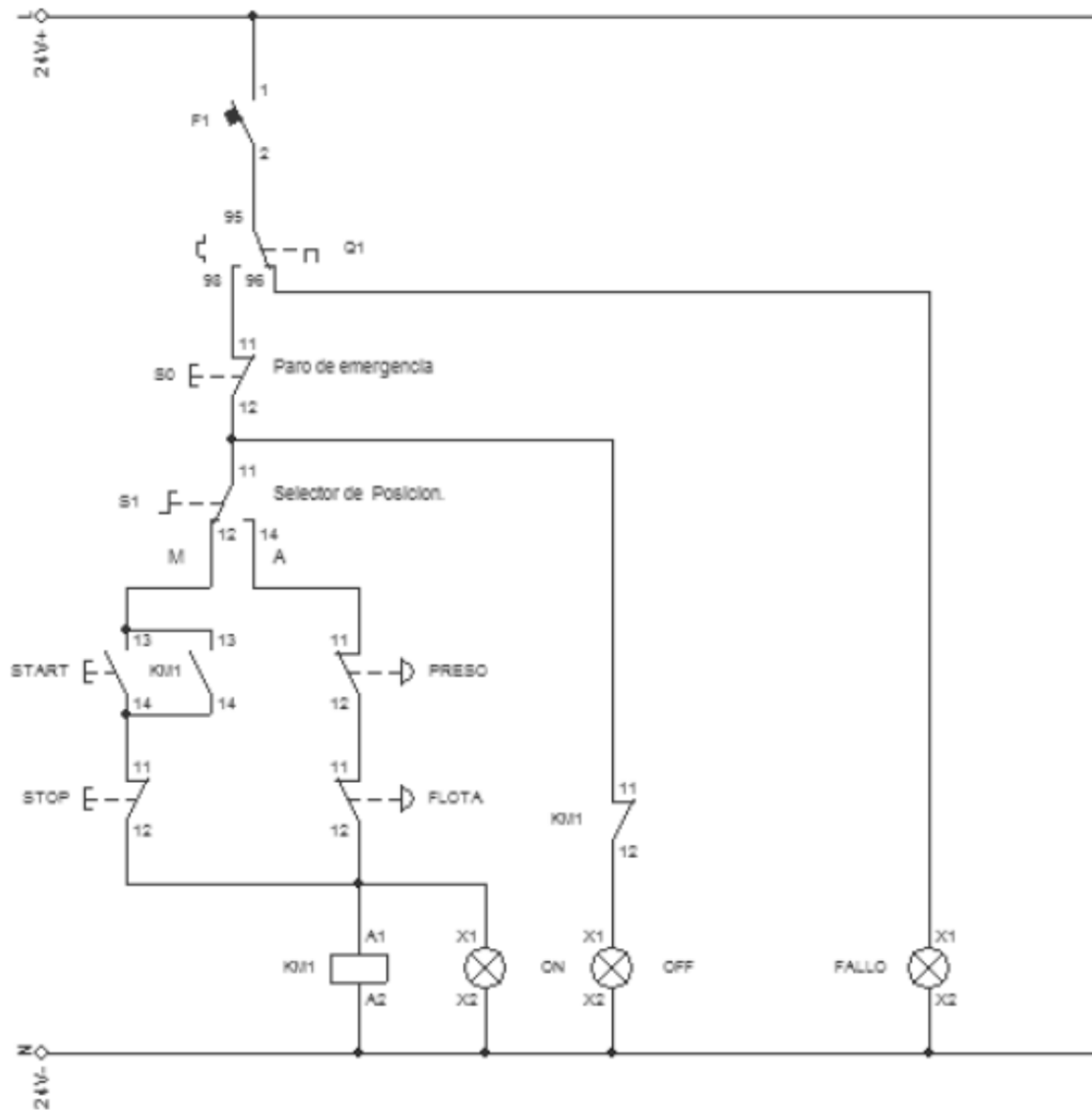
Figura #3. Diagrama de control.





## GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

Figura #4. Diagrama Unifilar



## GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

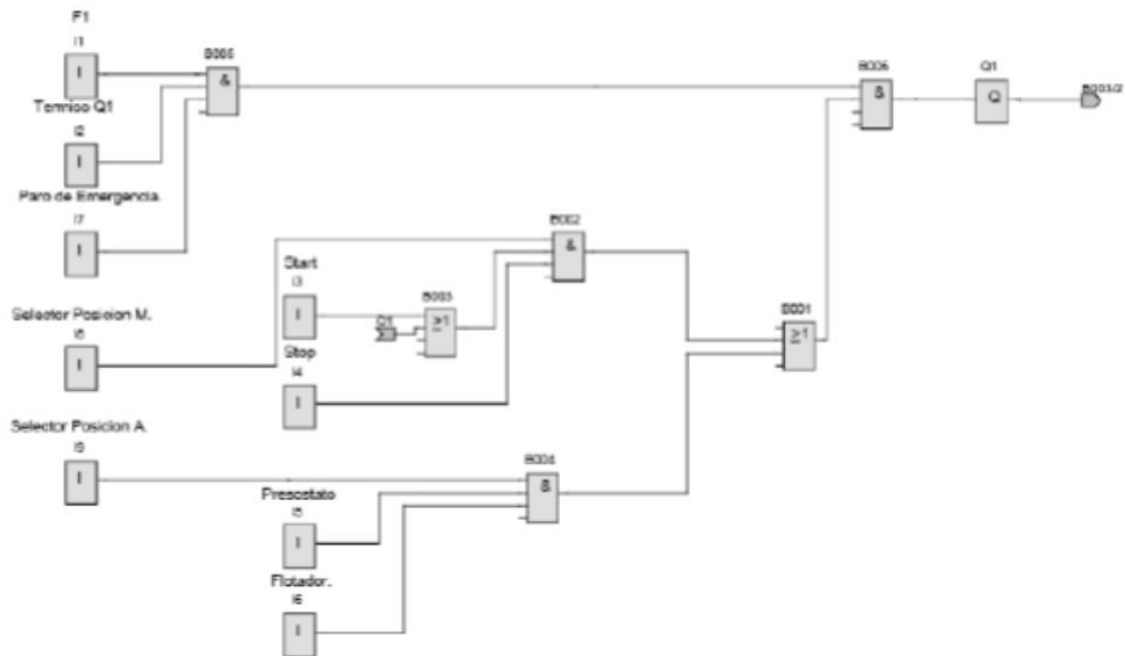


Figura #4. Diagram de Bloque.

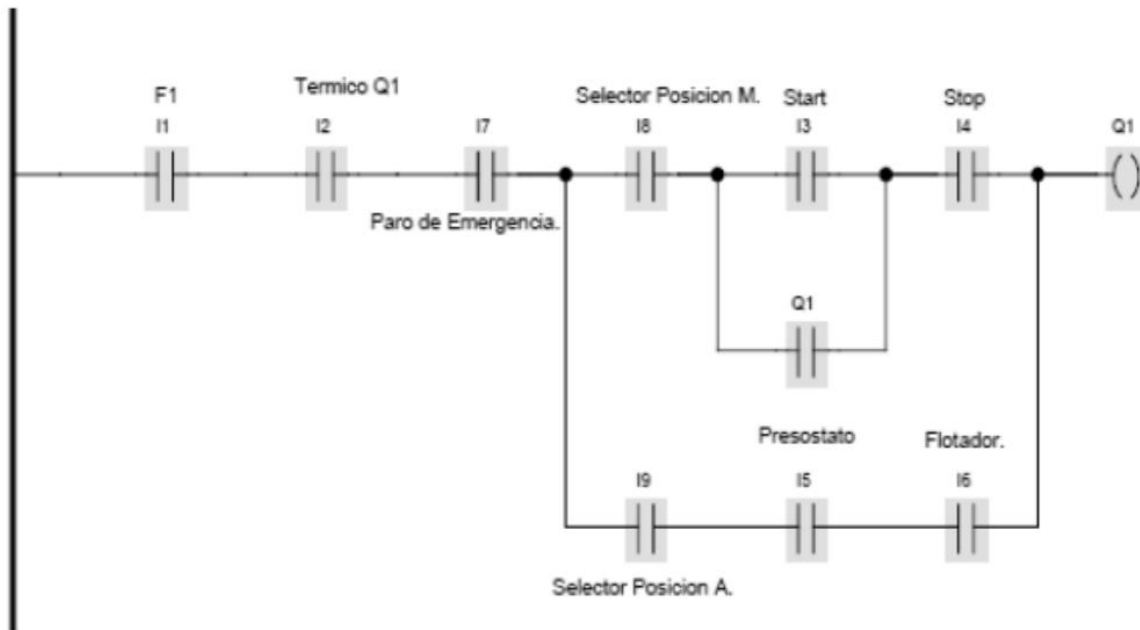


Figura #5. Diagram de Escalera.

## GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

### PREGUNTAS.

1. ¿Qué pasa cuando la bola eléctrica baja su nivel de posición?
2. ¿Cuándo el presostato alcanza la presión deseada que logra observar y en caso contrario?
3. ¿Si pongo el selector de posición en modo Manual y el tanque de agua se rebalsa, la bomba se desactiva? ¿Sí o No por qué?

### OBSERVACIONES

PROCEDIMIENTO DE MONTAJE		
CONCLUSIONES.		
INTEGRANTES.	NUMERO DE CARNET.	DOCENTE.
1.		
2.		
3.		

## GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA. UNI-RUSB.

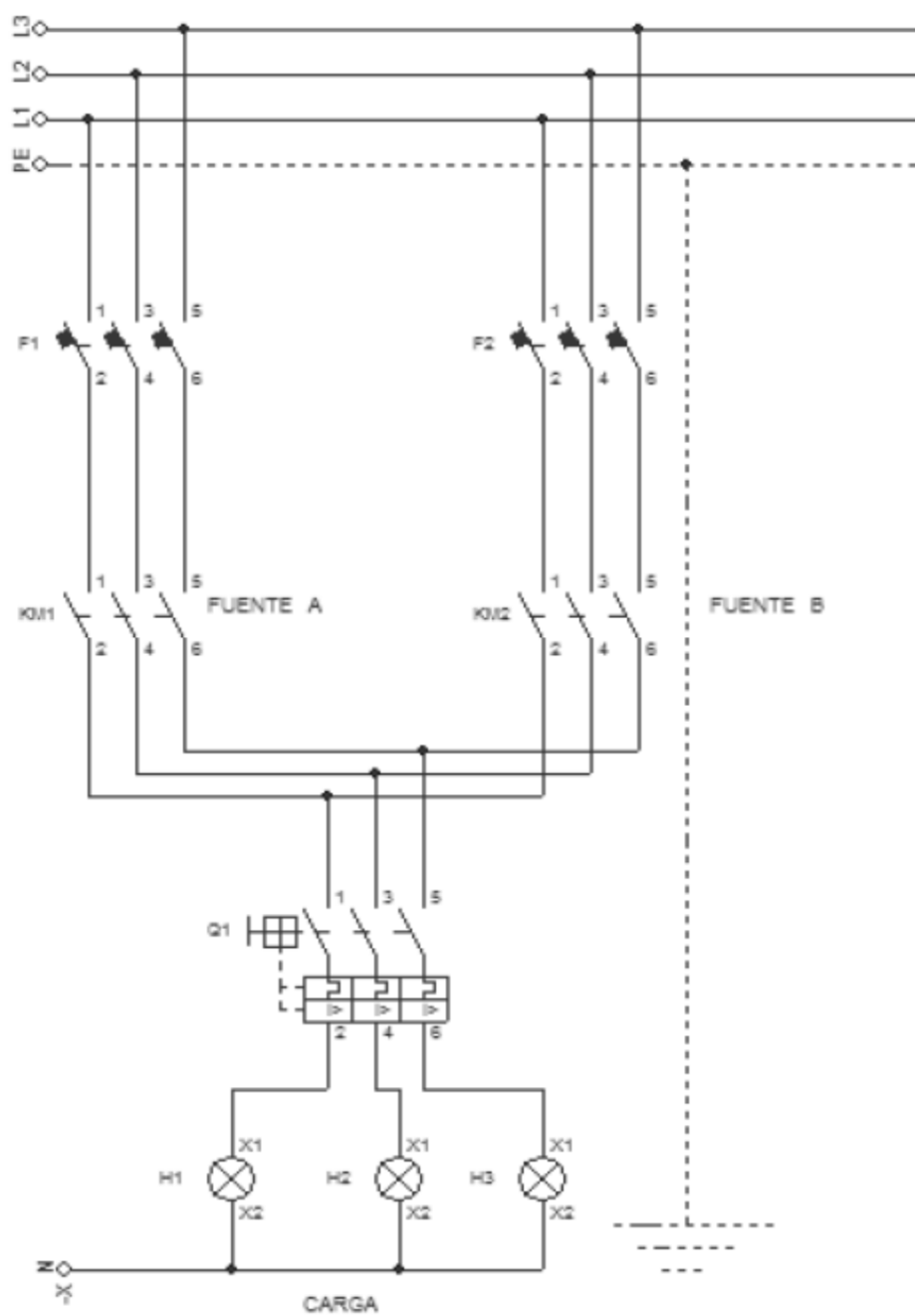
FECHA: \_\_\_\_\_

GRUPO: \_\_\_\_\_

FACULTAD	CARRERA	AÑO	TEMA DE APRENDIZAJE
FEC	Electrónica	VI	Control de motores de forma Automático.
PRACTICA NO.	NOMBRE DE LA PRACTICA		DURACIÓN (HORAS)
07	Transferencia Automática.		1 Hora
FUNDAMENTOS.			
La transferencia es un dispositivo que cambia los circuitos eléctricos entre la alimentación principal (normalmente la electricidad suministrada por una empresa de servicios públicos), y la generadora local. Estos interruptores pueden ser, control automático de potencia de entrada por la utilidad y el cambio a una seguridad cuando se va la luz, o manual que requiere una persona para realizar físicamente la transición.			
En esta prueba se realizara con el uso de luz piloto tipo led. Realice mediciones de voltaje y corriente. Observe el comportamiento para su respectiva conclusión.			
OBJETIVO.			
<div>1. Escribir programas aplicados al Módulo lógico LOGO! de SIEMENS con el programa Logosoft.</div> <div>2. Simular el comportamiento del sistema usando las funciones de Logosoft</div> <div>3. Diseñar el Sistema de control de la práctica.</div> <div>4. Diseñar el sistema de fuerza de la práctica.</div> <div>5. Probar el funcionamiento del sistema de control de la práctica.</div>			
ELEMENTOS.		EQUIPOS DE MEDICION.	
<div>1. Lamina de Distribución (Power block).</div> <div>2. Lamina de Contactor 120V.</div> <div>3. Lamina de Guardamotor.</div> <div>4. Lamina Luces de Piloto.</div> <div>5. Lamina paro de Emergencia.</div> <div>6. Lamina de interruptores (nivel I.F y S.P).</div> <div>7. Motor eléctrico de ¼ HP- 230V-3F.</div>		<div>1. Amperímetro de gancho</div> <div>2. Multímetro.</div>	
		EQUIPOS DE SEGURIDAD.	
		<div>1. Gabachas Blancas.</div> <div>2. Gafas transparente.</div> <div>3. Zapatos de hule.</div>	
		4.	

## GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

Figura 1. Diagrama de Fuerza.



**GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.**

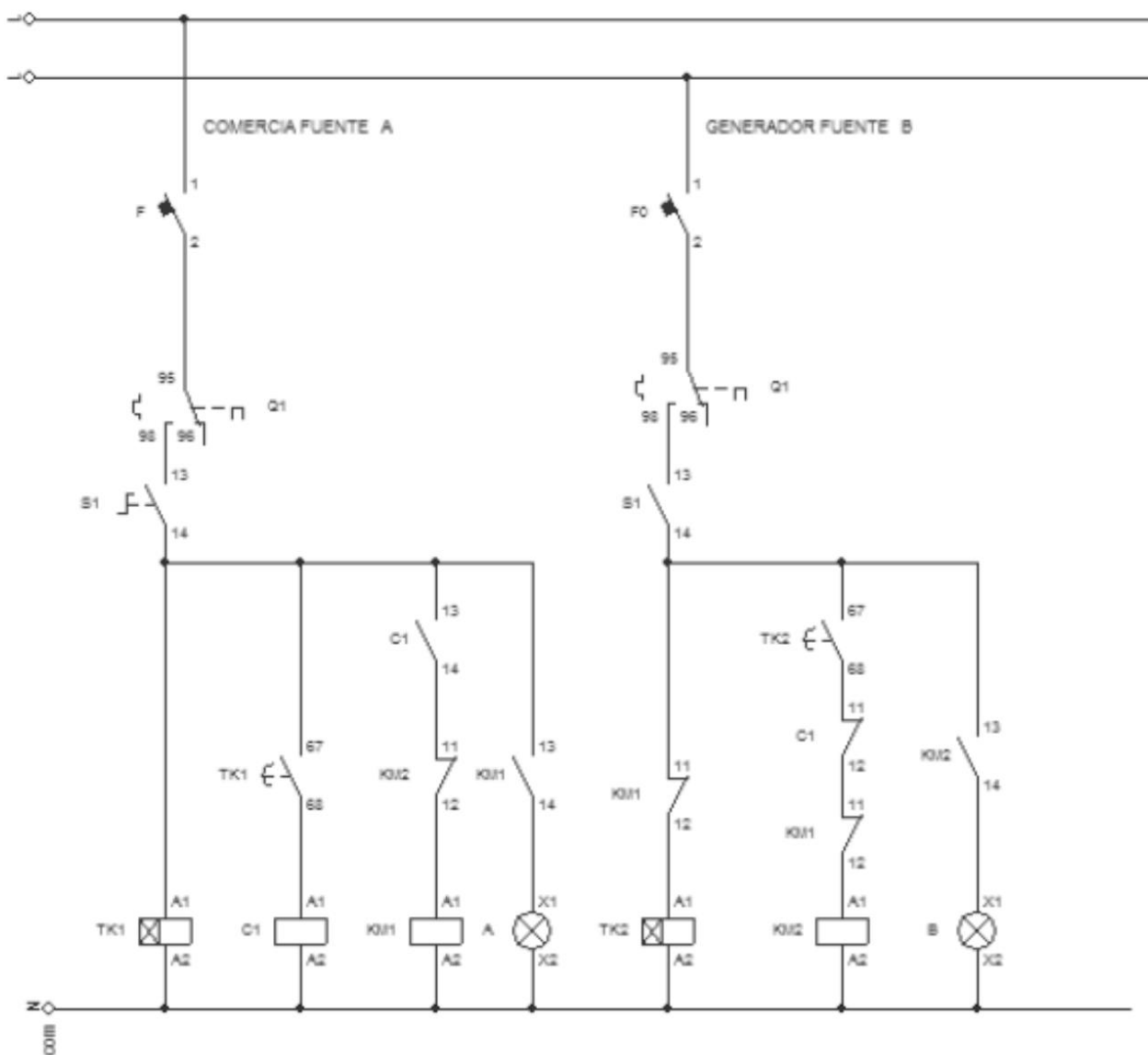


Figura 2.Diagrama Unifilar.

## GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

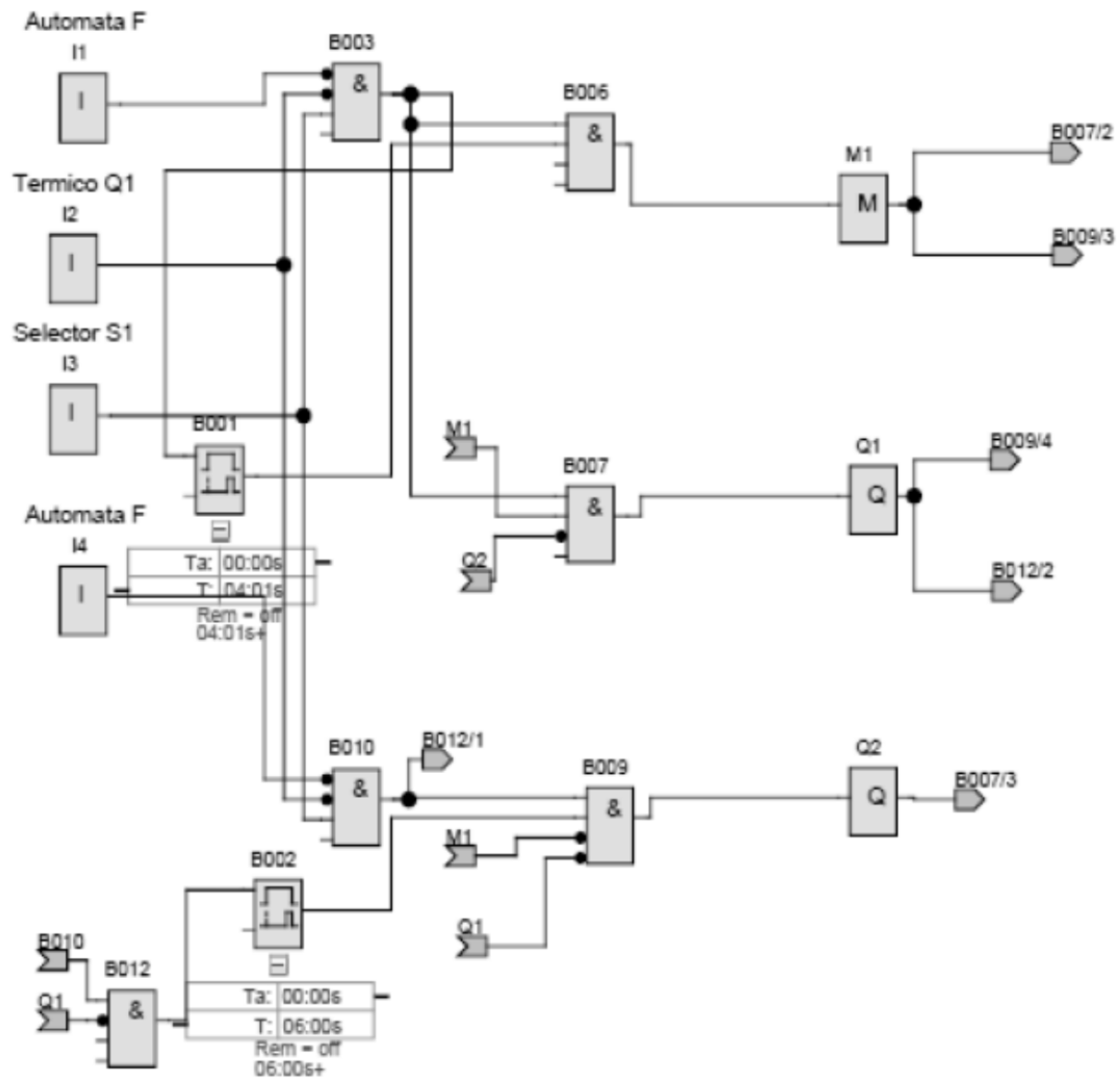


Figura 4Diagrama de Bloque.

GUÍA DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN.

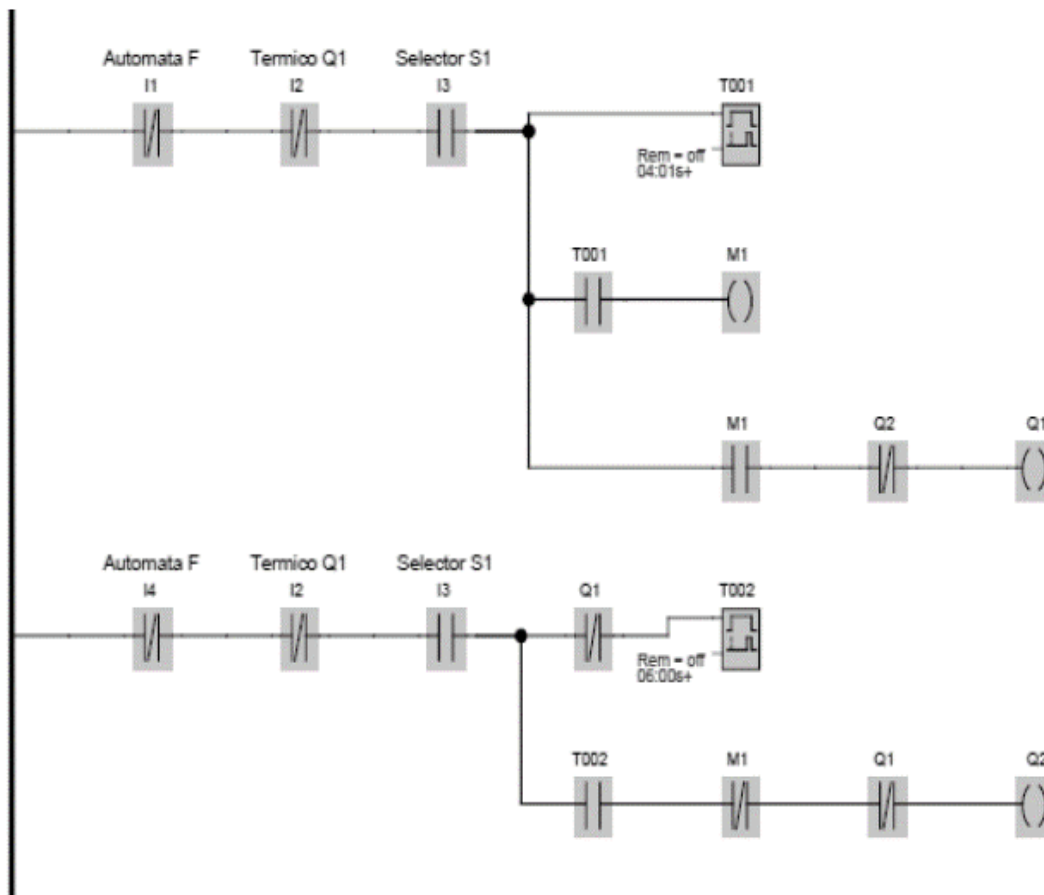


Figura 5. Diagrama de Escalera.



## **ENCUESTA A LOS ALUMNOS.**

**ANEXO A 17.**



### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Somos alumnos egresado de la carrera de ingeniería electrónica y nos gustaría que nos brinde unos minutos de su tiempo. Porque queremos saber de tus preferencias y tu opinión.

Cuestionario dirigido a los alumnos del cuarto año, quinto y egresados de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

Objetivo: agrupar información sobre la existencia de un módulo didáctico aplicado en PLC y si existe como está conformado el equipo, relacionado a la enseñanza de automatización.

Edad 30 años Sexo F ☐ M ☒ Año que Cursa 5to

¿Qué carrera estudia o estudió? Computación: ☐ Eléctrica: ☐ Electrónica: ☒

¿Qué año cursa? 4 año ☐ 5 año ☒

¿Recibió o ha escuchado de la clase sistema de control aplicado a la automatización? Sí ☒ No ☐

¿Qué equipos utilizan en el laboratorio para la enseñanza en automatización cómo?

PLC ☒ PID ☐ Otros ☐

Se familiarizo con los equipos poco

Según su observación son equipos actualizados Sí ☐ No ☒

Carecen de equipos tecnológico como los PLC Sí ☒ No ☐

¿Existe algún módulo didáctico para la enseñanza de automatización? Sí ☐ No ☒

Le gustaría que existiera un entrenador didáctico para la enseñanza de automatización. Sí ☒ No ☐

Le gustaría hacer una Observación de su laboratorio referente a sus equipos como la UNI líder en ciencia y tecnología. Falta actualizarlo

¿Qué tipos de elementos como captadores y actuadores le gustaría utilizar para la enseñanza?

Sensores inductivos ☒ Sensores de limite ☒ sensores térmicos ☐ RTD, TMC, etc.

Otros ☐



### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Somos alumnos egresado de la carrera de ingeniería electrónica y nos gustaría que nos brinde unos minutos de su tiempo. Porque queremos saber de tus preferencias y tu opinión.

Cuestionario dirigido a los alumnos del cuarto año, quinto y egresados de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

Objetivo: agrupar información sobre la existencia de un módulo didáctico aplicado en PLC y si existe como está conformado el equipo, relacionado a la enseñanza de automatización.

Edad 23 Sexo F ☐ M ☒ Año que Cursa 5 año

¿Qué carrera estudia o estudió? Computación: ☐ Eléctrica: ☐ Electrónica: ☒

¿Qué año cursa? 4 año ☐ 5 año ☒

¿Recibió o ha escuchado de la clase sistema de control aplicado a la automatización? Sí ☒ No ☐

¿Qué equipos utilizan en el laboratorio para la enseñanza en automatización cómo?

PLC ☐ PID ☒ Otros ☐

Se familiarizo con los equipos ☒

Según su observación son equipos actualizados Sí ☐ No ☒

Carecen de equipos tecnológico como los PLC Sí ☒ No ☐

¿Existe algún módulo didáctico para la enseñanza de automatización? Sí ☐ No ☐

Le gustaría que existiera un entrenador didáctico para la enseñanza de automatización. Si ☒ No ☐

Le gustaría hacer una Observación de su laboratorio referente a sus equipos como la UNI líder en ciencia y tecnología. Tienen mal estado la poca existencia de equipos no se prestan a estudiantes y no hay cursos dedicados a los equipos

¿Qué tipos de elementos como captadores y actuadores le gustaría utilizar para la enseñanza?

Sensores inductivos ☒ Sensores de limite ☒ sensores térmicos ☐ RTD, TMC, etc.

Otros variadores de frecuencia



### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Somos alumnos egresado de la carrera de ingeniería electrónica y nos gustaría que nos brinde unos minutos de su tiempo. Porque queremos saber de tus preferencias y tu opinión.

Cuestionario dirigido a los alumnos del cuarto año, quinto y egresados de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

Objetivo: agrupar información sobre la existencia de un módulo didáctico aplicado en PLC y si existe como está conformado el equipo, relacionado a la enseñanza de automatización.

Edad 20 Sexo F ☐ M ☒ Año que Cursa 5<sup>to</sup>

¿Qué carrera estudia o estudió? Computación: ☐ Eléctrica: ☐ Electrónica: ☒

¿Qué año cursa? 4 año ☐ 5 año ☒

¿Recibió o ha escuchado de la clase sistema de control aplicado a la automatización? Si ☐ No ☒

¿Qué equipos utilizan en el laboratorio para la enseñanza en automatización cómo?

PLC ☒ PID ☐ Otros ☐

Se familiarizo con los equipos mas o menos

Según su observación son equipos actualizados Si ☐ No ☒

Carecen de equipos tecnológico como los PLC Si ☒ No ☐

¿Existe algún módulo didáctico para la enseñanza de automatización? Si ☐ No ☒

Le gustaría que existiera un entrenador didáctico para la enseñanza de automatización. Si ☒ No ☐

Le gustaría hacer una Observación de su laboratorio referente a sus equipos como la UNI líder en ciencia y tecnología. Necesidad de equipos nuevos

¿Qué tipos de elementos como captadores y actuadores le gustaría utilizar para la enseñanza?

Sensores inductivos ☒ Sensores de limite ☐ sensores térmicos ☐ RTD, TMC, etc.

Otros ☐



### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Somos alumnos egresado de la carrera de ingeniería electrónica y nos gustaría que nos brinde unos minutos de su tiempo. Porque queremos saber de tus preferencias y tu opinión.

Cuestionario dirigido a los alumnos del cuarto año, quinto y egresados de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

Objetivo: agrupar información sobre la existencia de un módulo didáctico aplicado en PLC y si existe como está conformado el equipo, relacionado a la enseñanza de automatización.

Edad 24 Sexo F ☐ M ☒ Año que Cursa egresado

¿Qué carrera estudia o estudió? Computación: ☐ Eléctrica: ☒ Electrónica: ☐

¿Qué año cursa? 4 año ☐ 5 año ☐

¿Recibió o ha escuchado de la clase sistema de control aplicado a la automatización? Sí ☒ No ☐

¿Qué equipos utilizan en el laboratorio para la enseñanza en automatización cómo?

PLC ☒ PID ☐ Otros ☐

Se familiarizo con los equipos poco

Según su observación son equipos actualizados Sí ☒ No ☐

Carecen de equipos tecnológico como los PLC Sí ☐ No ☒

¿Existe algún módulo didáctico para la enseñanza de automatización? Sí ☐ No ☒

Le gustaría que existiera un entrenador didáctico para la enseñanza de automatización. Sí ☒ No ☐

Le gustaría hacer una Observación de su laboratorio referente a sus equipos como la UNI líder en ciencia y tecnología. Realizar clases practicas

durante 2 veces por semana

¿Qué tipos de elementos como captadores y actuadores le gustaría utilizar para la enseñanza?

Sensores inductivos ☒ Sensores de limite ☐ sensores térmicos ☒ RTD, TMC, etc.

Otros ☐



### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Somos alumnos egresado de la carrera de ingeniería electrónica y nos gustaría que nos brinde unos minutos de su tiempo. Porque queremos saber de tus preferencias y tu opinión.

Cuestionario dirigido a los alumnos del cuarto año, quinto y egresados de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

Objetivo: agrupar información sobre la existencia de un módulo didáctico aplicado en PLC y si existe como está conformado el equipo, relacionado a la enseñanza de automatización.

Edad 23 Sexo F ☐ M ☒ Año que Cursa Egresado

¿Qué carrera estudia o estudió? Computación: ☐ Eléctrica: ☐ Electrónica: ☒

¿Qué año cursa? 4 año ☐ 5 año ☐

¿Recibió o ha escuchado de la clase sistema de control aplicado a la automatización? Sí ☒ No ☐

¿Qué equipos utilizan en el laboratorio para la enseñanza en automatización cómo?

PLC ☒ PID ☐ Otros ☐

Se familiarizo con los equipos Si

Según su observación son equipos actualizados Sí ☐ No ☒

Carecen de equipos tecnológico como los PLC Sí ☐ No ☒

¿Existe algún módulo didáctico para la enseñanza de automatización? Sí ☐ No ☒

Le gustaría que existiera un entrenador didáctico para la enseñanza de automatización. Sí ☒ No ☐

Le gustaría hacer una Observación de su laboratorio referente a sus equipos como la UNI líder en ciencia y tecnología. Que esté con mejores equipos, actualizados

¿Qué tipos de elementos como captadores y actuadores le gustaría utilizar para la enseñanza?

Sensores inductivos ☒ Sensores de limite ☐ sensores térmicos ☒ RTD, TMC, etc.

Otros ☐



### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Somos alumnos egresado de la carrera de ingeniería electrónica y nos gustaría que nos brinde unos minutos de su tiempo. Porque queremos saber de tus preferencias y tu opinión.

Cuestionario dirigido a los alumnos del cuarto año, quinto y egresados de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

Objetivo: agrupar información sobre la existencia de un módulo didáctico aplicado en PLC y si existe como está conformado el equipo, relacionado a la enseñanza de automatización.

Edad 26 Sexo F ☐ M ☒ Año que Cursa 5<sup>to</sup>

¿Qué carrera estudia o estudió? Computación: ☐ Eléctrica: ☐ Electrónica: ☒

¿Qué año cursa? 4 año ☐ 5 año ☒

¿Recibió o ha escuchado de la clase sistema de control aplicado a la automatización? Sí ☒ No ☐

¿Qué equipos utilizan en el laboratorio para la enseñanza en automatización cómo?

PLC ☐ PID ☒ Otros ☐

Se familiarizo con los equipos No

Según su observación son equipos actualizados Sí ☐ No ☒

Carecen de equipos tecnológico como los PLC Sí ☒ No ☐

¿Existe algún módulo didáctico para la enseñanza de automatización? Sí ☐ No ☒

Le gustaría que existiera un entrenador didáctico para la enseñanza de automatización. Sí ☒ No ☐

Le gustaría hacer una Observación de su laboratorio referente a sus equipos como la UNI líder en ciencia y tecnología. Sería una Mejora en las

equipos y Mayor prioridad a los estudiantes

¿Qué tipos de elementos como captadores y actuadores le gustaría utilizar para la enseñanza?

Sensores inductivos ☒ Sensores de limite ☐ sensores térmicos ☐ RTD, TMC, etc.

Otros ☐



### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Somos alumnos egresado de la carrera de ingeniería electrónica y nos gustaría que nos brinde unos minutos de su tiempo. Porque queremos saber de tus preferencias y tu opinión.

Cuestionario dirigido a los alumnos del cuarto año, quinto y egresados de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

Objetivo: agrupar información sobre la existencia de un módulo didáctico aplicado en PLC y si existe como está conformado el equipo, relacionado a la enseñanza de automatización.

Edad 24 Sexo F ☐ M ☒ Año que Cursa 5<sup>to</sup>

¿Qué carrera estudia o estudió? Computación: ☐ Eléctrica: ☐ Electrónica: ☒

¿Qué año cursa? 4 año ☐ 5 año ☒

¿Recibió o ha escuchado de la clase sistema de control aplicado a la automatización? Sí ☒ No ☐

¿Qué equipos utilizan en el laboratorio para la enseñanza en automatización cómo?

PLC ☒ PID ☐ Otros ☐

Se familiarizo con los equipos Si

Según su observación son equipos actualizados Sí ☐ No ☒

Carecen de equipos tecnológico como los PLC Sí ☒ No ☐

¿Existe algún módulo didáctico para la enseñanza de automatización? Sí ☐ No ☒

Le gustaría que existiera un entrenador didáctico para la enseñanza de automatización. Sí ☒ No ☐

Le gustaría hacer una Observación de sulaboratorio referente a sus equipos como la UNI líder en ciencia y tecnología. La actualización de material y equipos

asi como la disponibilidad de estos a los alumnos

¿Qué tipos de elementos como captadores y actuadores le gustaría utilizar para la enseñanza?

Sensores inductivos ☒ Sensores de limite ☒ sensores térmicos ☒ RTD, TMC, etc.

Otros ☐





### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Somos alumnos egresado de la carrera de ingeniería electrónica y nos gustaría que nos brinde unos minutos de su tiempo. Porque queremos saber de tus preferencias y tu opinión.

Cuestionario dirigido a los alumnos del cuarto año, quinto y egresados de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

Objetivo: agrupar información sobre la existencia de un módulo didáctico aplicado en PLC y si existe como está conformado el equipo, relacionado a la enseñanza de automatización.

Edad 25 Sexo F ☐ M ☒ Año que Cursa 5

¿Qué carrera estudia o estudió? Computación: ☐ Eléctrica: ☐ Electrónica: ☒

¿Qué año cursa? 4 año ☐ 5 año ☒

¿Recibió o ha escuchado de la clase sistema de control aplicado a la automatización? Sí ☒ No ☐

¿Qué equipos utilizan en el laboratorio para la enseñanza en automatización cómo?

PLC ☒ PID ☐ Otros ☐

Se familiarizo con los equipos Sí

Según su observación son equipos actualizados Sí ☐ No ☒

Carecen de equipos tecnológico como los PLC Sí ☒ No ☐

¿Existe algún módulo didáctico para la enseñanza de automatización? Sí ☐ No ☒

Le gustaría que existiera un entrenador didáctico para la enseñanza de automatización. Sí ☒ No ☐

Le gustaría hacer una Observación de su laboratorio referente a sus equipos como la UNI líder en ciencia y tecnología. Faltan equipo

¿Qué tipos de elementos como captadores y actuadores le gustaría utilizar para la enseñanza?

Sensores inductivos ☐ Sensores de limite ☒ sensores térmicos ☒ RTD, TMC, etc.

Otros ☐



### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Somos alumnos egresado de la carrera de Ingeniería electrónica y nos gustaría que nos brinde unos minutos de su tiempo. Porque queremos saber de tus preferencias y tu opinión.

Cuestionario dirigido a los alumnos del cuarto año, quinto y egresados de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

Objetivo: agrupar información sobre la existencia de un módulo didáctico aplicado en PLC y si existe como está conformado el equipo, relacionado a la enseñanza de automatización.

Edad 21 Sexo F    M ☒ Año que Cursa 5<sup>to</sup>

¿Qué carrera estudia o estudió? Computación:    Eléctrica:    Electrónica: ☒

¿Qué año cursa? 4 año    5 año ☒

¿Recibió o ha escuchado de la clase sistema de control aplicado a la automatización? Sí ☒ No   

¿Qué equipos utilizan en el laboratorio para la enseñanza en automatización cómo?

PLC    PID    Otros ☒

Se familiarizo con los equipos ☒

Según su observación son equipos actualizados Sí    No ☒

Carecen de equipos tecnológico como los PLC Sí ☒ No   

¿Existe algún módulo didáctico para la enseñanza de automatización? Sí ☒ No   

Le gustaría que existiera un entrenador didáctico para la enseñanza de automatización. Sí ☒ No   

Le gustaría hacer una Observación de su laboratorio referente a sus equipos como la UNI líder en ciencia y tecnología. falta de equipos actualizados

y falta de materiales.

¿Qué tipos de elementos como captadores y actuadores le gustaría utilizar para la enseñanza?

Sensores inductivos    Sensores de limite    sensores térmicos    RTD, TMC, etc.

Otros ☒



### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Somos alumnos egresado de la carrera de ingeniería electrónica y nos gustaría que nos brinde unos minutos de su tiempo. Porque queremos saber de tus preferencias y tu opinión.

Cuestionario dirigido a los alumnos del cuarto año, quinto y egresados de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

Objetivo: agrupar información sobre la existencia de un módulo didáctico aplicado en PLC y si existe como está conformado el equipo, relacionado a la enseñanza de automatización.

Edad 29 Sexo F ☐ M ☒ Año que Cursa V

¿Qué carrera estudia o estudió? Computación: ☐ Eléctrica: ☐ Electrónica: ☒

¿Qué año cursa? 4 año ☐ 5 año ☒

¿Recibió o ha escuchado de la clase sistema de control aplicado a la automatización? Sí ☒ No ☐

¿Qué equipos utilizan en el laboratorio para la enseñanza en automatización cómo?

PLC ☒ PID ☐ Otros ☐

Se familiarizo con los equipos ☒

Según su observación son equipos actualizados Sí ☐ No ☒

Carecen de equipos tecnológico como los PLC Sí ☒ No ☐

¿Existe algún módulo didáctico para la enseñanza de automatización? Sí ☐ No ☒

Le gustaría que existiera un entrenador didáctico para la enseñanza de automatización. Sí ☒ No ☐

Le gustaría hacer una Observación de laboratorio referente a sus equipos como la UNI líder en ciencia y tecnología. Carecen de equipos

¿Qué tipos de elementos como captadores y actuadores le gustaría utilizar para la enseñanza?

Sensores inductivos ☐ Sensores de limite ☒ sensores térmicos ☐ RTD, TMC, etc.

Otros ☐



### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Somos alumnos egresado de la carrera de ingeniería electrónica y nos gustaría que nos brinde unos minutos de su tiempo. Porque queremos saber de tus preferencias y tu opinión.

Cuestionario dirigido a los alumnos del cuarto año, quinto y egresados de las carreras de Ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

Objetivo: agrupar información sobre la existencia de un módulo didáctico aplicado en PLC y si existe como está conformado el equipo, relacionado a la enseñanza de automatización.

Edad 21 Sexo F ☐ M ☒ Año que Cursa 5<sup>to</sup> ano

¿Qué carrera estudia o estudió? Computación: ☐ Eléctrica: ☐ Electrónica: ☒

¿Qué año cursa? 4 año ☐ 5 año ☒

¿Recibió o ha escuchado de la clase sistema de control aplicado a la automatización? Si ☒ No ☐

¿Qué equipos utilizan en el laboratorio para la enseñanza en automatización cómo?

PLC ☒ PID ☐ Otros ☐

Se familiarizo con los equipos Si

Según su observación son equipos actualizados Si ☐ No ☒

Carecen de equipos tecnológico como los PLC Si ☐ No ☒

¿Existe algún módulo didáctico para la enseñanza de automatización? Si ☒ No ☐

Le gustaría que existiera un entrenador didáctico para la enseñanza de automatización. Si ☒ No ☐

Le gustaría hacer una Observación de sulaboratorio referente a sus equipos como la UNI líder en ciencia y tecnología. Los equipos deben estar actualizados

para tener un mejor entendimiento del sistema.

¿Qué tipos de elementos como captadores y actuadores le gustaría utilizar para la enseñanza?

Sensores inductivos ☒ Sensores de limite ☐ sensores térmicos ☐ RTD, TMC, etc.

Otros ☐



### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Somos alumnos egresado de la carrera de ingeniería electrónica y nos gustaría que nos brinde unos minutos de su tiempo. Porque queremos saber de tus preferencias y tu opinión.

Cuestionario dirigido a los alumnos del cuarto año, quinto y egresados de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

Objetivo: agrupar información sobre la existencia de un módulo didáctico aplicado en PLC y si existe como está conformado el equipo, relacionado a la enseñanza de automatización.

Edad 29 Sexo F ☐ M ☒ Año que Cursa Egresado.

¿Qué carrera estudia o estudió? Computación: ☐ Eléctrica: ☒ Electrónica: ☐

¿Qué año cursa? 4 año ☐ 5 año ☐

¿Recibió o ha escuchado de la clase sistema de control aplicado a la automatización? Si ☒ No ☐

¿Qué equipos utilizan en el laboratorio para la enseñanza en automatización cómo?

PLC ☒ PID ☐ Otros ☐

Se familiarizo con los equipos ☒

Según su observación son equipos actualizados Si ☒ No ☐

Carecen de equipos tecnológico como los PLC Si ☐ No ☒

¿Existe algún módulo didáctico para la enseñanza de automatización? Si ☒ No ☐

Le gustaría que existiera un entrenador didáctico para la enseñanza de automatización. Si ☒ No ☐

Le gustaría hacer una Observación de laboratorio referente a sus equipos como la UNI líder en ciencia y tecnología. En mi opinión hay equipos pero no lo suficiente. debería haber más.

¿Qué tipos de elementos como captadores y actuadores le gustaría utilizar para la enseñanza?

Sensores inductivos ☒ Sensores de limite ☒ sensores térmicos ☐ RTD, TMC, etc.

Otros ☐



### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Somos alumnos egresado de la carrera de ingeniería electrónica y nos gustaría que nos brinde unos minutos de su tiempo. Porque queremos saber de tus preferencias y tu opinión.

Cuestionario dirigido a los alumnos del cuarto año, quinto y egresados de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

Objetivo: agrupar información sobre la existencia de un módulo didáctico aplicado en PLC y si existe como está conformado el equipo, relacionado a la enseñanza de automatización.

Edad 25 Sexo F ☐ M ☒ Año que Cursa 5<sup>to</sup>

¿Qué carrera estudia o estudió? Computación: ☐ Eléctrica: ☐ Electrónica: ☒

¿Qué año cursa? 4 año ☐ 5 año ☒

¿Recibió o ha escuchado de la clase sistema de control aplicado a la automatización? Sí ☐ No ☒

¿Qué equipos utilizan en el laboratorio para la enseñanza en automatización cómo?

PLC ☒ PID ☐ Otros ☐

Se familiarizo con los equipos No

Según su observación son equipos actualizados Sí ☐ No ☒

Carecen de equipos tecnológico como los PLC Sí ☒ No ☐

¿Existe algún módulo didáctico para la enseñanza de automatización? Sí ☐ No ☒

Le gustaría que existiera un entrenador didáctico para la enseñanza de automatización. Sí ☒ No ☐

Le gustaría hacer una Observación de sulaboratorio referente a sus equipos como la UNI líder en ciencia y tecnología. Actualización de

Equipos

¿Qué tipos de elementos como captadores y actuadores le gustaría utilizar para la enseñanza?

Sensores inductivos ☒ Sensores de limite ☒ sensores térmicos ☒ RTD, TMC, etc.

Otros ☐



## Proyecto Monográfico

### Encuesta

Somos alumnos egresado de la carrera de ingeniería electrónica y nos gustaría que nos brinde unos minutos de su tiempo. Porque queremos saber de tus preferencias y tu opinión.

Cuestionario dirigido a los alumnos del cuarto año, quinto y egresados de las carreras de Ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

Objetivo: agrupar información sobre la existencia de un módulo didáctico aplicado en PLC y si existe como está conformado el equipo, relacionado a la enseñanza de automatización.

Edad 21 Sexo F ☒ M ☐ Año que Cursa 5to

¿Qué carrera estudia o estudió? Computación: ☐ Eléctrica: ☐ Electrónica: ☒

¿Qué año cursa? 4 año ☐ 5 año ☒

¿Recibió o ha escuchado de la clase sistema de control aplicado a la automatización? Si ☒ No ☐

¿Qué equipos utilizan en el laboratorio para la enseñanza en automatización cómo?

PLC ☒ PID ☒ Otros ☐

Se familiarizo con los equipos Si

Según su observación son equipos actualizados Si ☒ No ☐

Carecen de equipos tecnológico como los PLC Si ☒ No ☐

¿Existe algún módulo didáctico para la enseñanza de automatización? Si ☐ No ☒

Le gustaría que existiera un entrenador didáctico para la enseñanza de automatización. Si ☒ No ☐

Le gustaría hacer una Observación de su laboratorio referente a sus equipos como la UNI líder en ciencia y tecnología. No, todos los equipos de

los laboratorios, no de alta tecnología y carecemos de muchos equipos y no poseemos los suficientes equipos para poder utilizarlos.

¿Qué tipos de elementos como captadores y actuadores le gustaría utilizar para la enseñanza?

Sensores inductivos ☒ Sensores de limite ☐ sensores térmicos ☒ RTD, TMC, etc.

Otros ☐



### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Somos alumnos egresado de la carrera de ingeniería electrónica y nos gustaría que nos brinde unos minutos de su tiempo. Porque queremos saber de tus preferencias y tu opinión.

Cuestionario dirigido a los alumnos del cuarto año, quinto y egresados de las carreras de Ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

Objetivo: agrupar información sobre la existencia de un módulo didáctico aplicado en PLC y si existe como está conformado el equipo, relacionado a la enseñanza de automatización.

Edad 23 Sexo F ☐ M ☒ Año que Cursa 4to

¿Qué carrera estudia o estudió? Computación: ☒ Eléctrica: ☐ Electrónica: ☐

¿Qué año cursa? 4 año ☒ 5 año ☐

¿Recibió o ha escuchado de la clase sistema de control aplicado a la automatización? Sí ☒ No ☐

¿Qué equipos utilizan en el laboratorio para la enseñanza en automatización cómo?

PLC ☐ PID ☐ Otros ☒

Se familiarizo con los equipos no

Según su observación son equipos actualizados Sí ☐ No ☒

Carecen de equipos tecnológico como los PLC Sí ☒ No ☐

¿Existe algún módulo didáctico para la enseñanza de automatización? Sí ☐ No ☒

Le gustaría que existiera un entrenador didáctico para la enseñanza de automatización. Sí ☒ No ☐

Le gustaría hacer una Observación de su laboratorio referente a sus equipos como la UNI líder en ciencia y tecnología. Se carece de suficientes equipos.

baja ref, para horas de laboratorio.

¿Qué tipos de elementos como captadores y actuadores le gustaría utilizar para la enseñanza?

Sensores inductivos ☐ Sensores de limite ☐ sensores térmicos ☒ RTD, TMC, etc.

Otros ☐





### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Somos alumnos egresado de la carrera de ingeniería electrónica y nos gustaría que nos brinde unos minutos de su tiempo. Porque queremos saber de tus preferencias y tu opinión.

Cuestionario dirigido a los alumnos del cuarto año, quinto y egresados de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

Objetivo: agrupar información sobre la existencia de un módulo didáctico aplicado en PLC y si existe como está conformado el equipo, relacionado a la enseñanza de automatización.

Edad 22 Sexo F ☐ M ☒ Año que Cursa 4to

¿Qué carrera estudia o estudió? Computación: ☐ Eléctrica: ☒ Electrónica: ☐

¿Qué año cursa? 4 año ☒ 5 año ☐

¿Recibió o ha escuchado de la clase sistema de control aplicado a la automatización? Sí ☒ No ☐

¿Qué equipos utilizan en el laboratorio para la enseñanza en automatización cómo?

PLC ☒ PID ☐ Otros ☐

Se familiarizo con los equipos ☒

Según su observación son equipos actualizados Sí ☒ No ☐

Carecen de equipos tecnológico como los PLC Sí ☐ No ☒

¿Existe algún módulo didáctico para la enseñanza de automatización? Sí ☒ No ☐

Le gustaría que existiera un entrenador didáctico para la enseñanza de automatización. Sí ☒ No ☐

Le gustaría hacer una Observación de sulaboratorio referente a sus equipos como la UNI líder en ciencia y tecnología. actualmente contamos con los

equipos necesarios para complementar nuestra educación.

¿Qué tipos de elementos como captadores y actuadores le gustaría utilizar para la enseñanza?

Sensores Inductivos ☒ Sensores de limite ☐ sensores térmicos ☐ RTD, TMC, etc.

Otros ☐



## Proyecto Monográfico

### Encuesta

Somos alumnos egresado de la carrera de ingeniería electrónica y nos gustaría que nos brinde unos minutos de su tiempo. Porque queremos saber de tus preferencias y tu opinión.

Cuestionario dirigido a los alumnos del cuarto año, quinto y egresados de las carreras de Ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

Objetivo: agrupar información sobre la existencia de un módulo didáctico aplicado en PLC y si existe como está conformado el equipo, relacionado a la enseñanza de automatización.

Edad 20 Sexo F ☐ M ☒ Año que Cursa 5<sup>to</sup>

¿Qué carrera estudia o estudió? Computación: ☐ Eléctrica: ☐ Electrónica: ☒

¿Qué año cursa? 4 año ☐ 5 año ☒

¿Recibió o ha escuchado de la clase sistema de control aplicado a la automatización? Si ☒ No ☐

¿Qué equipos utilizan en el laboratorio para la enseñanza en automatización cómo?

PLC ☒ PID ☐ Otros ☐

Se familiarizo con los equipos  poco

Según su observación son equipos actualizados Si ☐ No ☒

Carecen de equipos tecnológico como los PLC Si ☒ No ☐

¿Existe algún módulo didáctico para la enseñanza de automatización? Si ☐ No ☒

Le gustaría que existiera un entrenador didáctico para la enseñanza de automatización. Si ☒ No ☐

Le gustaría hacer una Observación de sulaboratorio referente a sus equipos como la UNI líder en ciencia y tecnología.  Actualizen los Plc y que brinden

mejores dispositivo.

¿Qué tipos de elementos como captadores y actuadores le gustaría utilizar para la enseñanza?

Sensores Inductivos ☒ Sensores de limite ☒ sensores térmicos ☐ RTD, TMC, etc.

Otros ☐



### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Somos alumnos egresado de la carrera de ingeniería electrónica y nos gustaría que nos brinde unos minutos de su tiempo. Porque queremos saber de tus preferencias y tu opinión.

Cuestionario dirigido a los alumnos del cuarto año, quinto y egresados de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

Objetivo: agrupar información sobre la existencia de un módulo didáctico aplicado en PLC y si existe como está conformado el equipo, relacionado a la enseñanza de automatización.

Edad 20 Sexo F ☐ M ☒ Año que Cursa 5 año

¿Qué carrera estudia o estudió? Computación: ☒ Eléctrica: ☐ Electrónica: ☐

¿Qué año cursa? 4 año ☐ 5 año ☒

¿Recibió o ha escuchado de la clase sistema de control aplicado a la automatización? Sí ☒ No ☐

¿Qué equipos utilizan en el laboratorio para la enseñanza en automatización cómo?

PLC ☐ PID ☐ Otros ☒

Se familiarizo con los equipos Sí

Según su observación son equipos actualizados Sí ☒ No ☐

Carecen de equipos tecnológico como los PLC Sí ☒ No ☐

¿Existe algún módulo didáctico para la enseñanza de automatización? Sí ☐ No ☒

Le gustaría que existiera un entrenador didáctico para la enseñanza de automatización. Sí ☒ No ☐

Le gustaría hacer una Observación de su laboratorio referente a sus equipos como la UNI líder en ciencia y tecnología. El laboratorio de ing. computación está

en la zona con la frase líder en tecnología, aunque falta equipamiento para otro tipo de practica

¿Qué tipos de elementos como captadores y actuadores le gustaría utilizar para la enseñanza?

Sensores inductivos ☐ Sensores de limite ☐ sensores térmicos ☐ RTD, TMC, etc.

Otros ☒

**ENCUESTA A LOS DOCENTE.**

**ANEXO A 18.**

## Proyecto para diseño monográfico

### Encuesta:

Este cuestionario está dirigido a docentes de las carreras de ingeniería de la FEC (facultad de electrotecnia y computación).

El objetivo de esta encuesta, es reunir información acerca de la existencia de recursos para la realización de prácticas de laboratorios, y obtener parámetros que permitan la realización de nuestro diseño monográfico.

Nombres y apellidos: Alvaro Antonio bañao

Sexo: F ☐ M ☒ tiempo de ser docente en la UNI 10 años

Clase que imparte: Sistemas de Medición, Sistemas de Control, Control Aplicado

Existe algún laboratorio para la clase: Si

Nombre del laboratorio: Laboratorio de Automatización

Los equipos que utilizan los estudiantes en el laboratorio para ejercer sus prácticas son:

- a) Módulo didáctico. ☐
- b) Equipos montados en tablillas. ☒
- c) Ninguna de las anteriores. ☐
- d) Otros. ☐

¿Los equipos utilizados en el laboratorio, cuentan con las normas de seguridad eléctrica para la vida humana y equipos? Si ☐ No ☒ , si su respuesta es No, le gustaría que se hiciese un diseño de acuerdo a estas normas. Si ☒ No ☐

¿En este laboratorio, cuentan con equipos actualizados de PLC? SI ☐ No ☒ . Si su respuesta es No, que recomendaciones nos ofrece para llevar a cabo este diseño y que un futuro no muy lejano pueda llevarse a cabo su implementación.

- Protecciones adecuadas que garanticen la seguridad de los equipos y la vida humana
- Actualización de los PLC
- Guías de Laboratorio relacionadas con la temática de los PLC.
- 
- 
-

## Proyecto para diseño monográfico

### Encuesta:

Este cuestionario está dirigido a docentes de las carreras de ingeniería de la FEC (facultad de electrotecnia y computación).

El objetivo de esta encuesta, es reunir información acerca de la existencia de recursos para la realización de prácticas de laboratorios, y obtener parámetros que permitan la realización de nuestro diseño monográfico.

Nombres y apellidos: Jaimé Álvarez Calero

Sexo: F ☐ M ☒ tiempo de ser docente en la UNI 30 años

Clase que imparte: Control, circuitos eléctricos

Existe algún laboratorio para la clase: si

Nombre del laboratorio: Laboratorio de circuitos, lab de control

Los equipos que utilizan los estudiantes en el laboratorio para ejercer sus prácticas son:

- a) Módulo didáctico. ☐
- b) Equipos montados en tablillas. ☒
- c) Ninguna de las anteriores. ☐
- d) Otros. ☐

¿Los equipos utilizados en el laboratorio, cuentan con las normas de seguridad eléctrica para la vida humana y equipos? Si ☒ No ☐ , si su respuesta es No, le gustaría que se hiciese un diseño de acuerdo a estas normas. Si ☐ No ☐

¿En este laboratorio, cuentan con equipos actualizados de PLC? Si ☐ No ☒ . Si su respuesta es No, que recomendaciones nos ofrece para llevar a cabo este diseño y que un futuro no muy lejano pueda llevarse a cabo su implementación.

- Pueden usarse Arduino o raspberry pi.
  - Módulos de festa. +
  - Logos. l
- 
- 
- 
- 
-



Proyecto Monográfico

Encuesta

Este cuestionario dirigido a docentes de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

El objetivo de esta encuesta es reunir información acerca de la existencia de recursos para la realización de prácticas de laboratorios de PLC.

Sexo F ☐ M ☒ tiempo de ser docente de la UNI 25 años

¿Qué Clase Imparte? Sistema de Control ☒ otro ☐

¿existe algún laboratorio para la clase? Sí ☒ No ☐

Nombre del Laboratorio ley de Montoya / 4to y 5to

¿Utiliza el laboratorio como recurso de enseñanza/aprendizaje para los estudiantes?

Sí ☒ No ☐ ¿Por qué?

Es parte de los instrumentos de enseñanza

¿Existe algún modulo didáctico para la enseñanza de los PLC? Sí ☒ No ☐

¿Le gustaría que se construye un módulo didáctico aplicado con PLC (Controlador Lógico Programable) en el aprendizaje de automatización para las carreras de la FEC?

Sí ☒ No ☐

¿Por qué? Ayudaría mucho con los estudiantes



### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Este cuestionario dirigido a docentes de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

El objetivo de esta encuesta es reunir información acerca de la existencia de recursos para la realización de prácticas de laboratorios de PLC.

Sexo F \_\_\_ M x tiempo de ser docente de la UNI 8 años

¿Qué Clase Imparte? Sistema de Control \_\_\_ otro sistemas eléctricos, TAT, máquinas eléctricas

¿existe algún laboratorio para la clase? Sí x No \_\_\_

Nombre del Laboratorio Máquinas Eléctricas.

¿Utiliza el laboratorio como recurso de enseñanza/aprendizaje para los estudiantes?

Sí x No \_\_\_ ¿Por qué?

Es un medio necesario para poder poner en práctica los conocimientos adquiridos y de esa manera lograr aprendizajes significativos.

¿Existe algún modulo didáctico para la enseñanza de los PLC? Si \_\_\_ No x

¿Le gustaría que se construye un módulo didáctico aplicado con PLC (Controlador Lógico Programable) en el aprendizaje de automatización para las carreras de la FEC?

Sí x No \_\_\_

¿Por qué? Es de suma importancia para el proceso enseñanza - aprendizaje.





### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Este cuestionario dirigido a docentes de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

El objetivo de esta encuesta es reunir información acerca de la existencia de recursos para la realización de prácticas de laboratorios de PLC.

Sexo F ☒ M ☐ tiempo de ser docente de la UNI 4 años

¿Qué Clase imparte? Sistema de Control ☐ otro programación

¿existe algún laboratorio para la clase? Si ☒ No ☐

Nombre del Laboratorio Simulación

¿Utiliza el laboratorio como recurso de enseñanza/aprendizaje para los estudiantes?

Si ☒ No ☐ ¿Por qué?

El proceso de enseñanza-aprendizaje, es necesario aplicar el  
aprendiendo haciendo, además la naturaleza de la asignatura  
obliga hacer uso de esta herramienta para obtener  
resultado óptimo, porque enseñamos para la vida.

¿Existe algún modulo didáctico para la enseñanza de los PLC? Si ☐ No ☒

¿Le gustaría que se construye un módulo didáctico aplicado con PLC (Controlador Lógico Programable) en el aprendizaje de automatización para las carreras de la FEC?

Si ☒ No ☐

¿Por qué? permite ampliar la destreza y conocimiento del alumno,  
eso ayudará a la implementación de mejores retos profesionales.



### Proyecto Monográfico

#### Encuesta

Este cuestionario dirigido a docentes de las carreras de ingeniería de la FEC (Facultad de Electrotecnia y Computación.)

El objetivo de esta encuesta es reunir información acerca de la existencia de recursos para la realización de prácticas de laboratorios de PLC.

Sexo F ☐ M ☒ tiempo de ser docente de la UNI 33 años

¿Qué Clase imparte? Sistema de Control ☐ otro ☒

¿existe algún laboratorio para la clase? Sí ☒ No ☐

Nombre del Laboratorio Circuitos Eléctricos

¿Utiliza el laboratorio como recurso de enseñanza/aprendizaje para los estudiantes?

Sí ☒ No ☐ ¿Por qué?

Para en práctica la teoría adquirida

¿Existe algún modulo didáctico para la enseñanza de los PLC? Sí ☒ No ☐

¿Le gustaría que se construye un módulo didáctico aplicado con PLC (Controlador Lógico Programable) en el aprendizaje de automatización para las carreras de la FEC?

Sí ☒ No ☐

¿Por qué? Sería una aplicación interesante que mezcla metodología de enseñanza para una ciencia aplicada.

**PROCESO DE MEJORAMIENTO Y ACTUALIZACIÓN CURRICULAR 2015**

**NOMBRE DE LA ASIGNATURA: CONTROL APLICADO**

---

**CÓDIGO: EO0163**

**MEJORA Y ACTUALIZACIÓN:**

**REVISADO POR:**

MSc. Alejandro A Méndez T

**Docente**

Ing. MSc. Francisco Galo  
Montenegro

**Jefe de Departamento**

**APROBADO POR:**

**VISTO BUENO:**

Ing. Ronald Torres Torres

**Decano de la Facultad**

Ing. MSC. Freddy Marín  
Serrano

**Vice-Rectoría Académica**

## OFICIALIZACIÓN:

Ing. Diego Alfonso Muñoz Latino

**Secretaría General**

**Managua, Nicaragua**

**30/ Noviembre/ 2015**

### I. INFORMACIÓN GENERAL

<b>1.1 Carrera</b>	Ingeniería Electrónica
<b>1.2 Año y código del Diseño Curricular</b>	2016 - DICUELECTRO16
<b>1.3 Disciplina</b>	Automatización y Control
<b>1.4 Nombre de la Asignatura</b>	Control Aplicado
<b>1.5 Fecha última actualización aprobada por Consejo Universitario</b>	febrero 2016
<b>1.6 Nombre de docentes Autores antes del PMAC</b>	Álvaro Antonio Gaitán, Hugo Picado Castilblanco
<b>1.7 Código de la Asignatura</b>	EO0163
<b>1.8 Tipo de Asignatura<sup>19</sup></b>	Optativa
<b>1.9 Semestre académico en que se impartirá</b>	IX
<b>1.10 Frecuencia semanal</b>	3

---

<sup>19</sup> Clasificación de Asignaturas: Formación General, Básica, Básica Específica, Ejercicio Profesional, Optativas. Metodología y Normativa Curricular para la Transformación Curricular. Aprobada por el Consejo Universitario de la UNI, en Sesión 8-95, del 20 de Julio de 1995. Managua.

<b>1.11Total de horas</b>	120
<b>1.12Créditos</b>	5
<b>1.13Asignatura (as) pre-requisitos</b>	Sistemas de Control
<b>1.14Asignatura (as) precedentes</b>	No tiene
<b>1.15Asignatura (as) correquisitos</b>	No tiene
<b>1.16Turno (diurno, nocturno)</b>	Diurno y Nocturno
<b>1.17Modalidad (regular y especial)</b>	Regular

## II. INTRODUCCIÓN

La asignatura Control Aplicado es parte de la disciplina “automatización industrial y control” y en ella se abordan temas relacionados con aplicaciones del control en la industria. Muchos sistemas en la industria son multivariables (MIMO) y es por eso que la asignatura considera el análisis y diseño de dichos sistemas.

Además de ser multivariables muchos de los sistemas son no-lineales y los sistemas de control fuzzy son una alternativa para el control de los mismos. La asignatura contempla el análisis, diseño e implementación de controladores fuzzy.

A nivel industrial, al igual que los controladores PID, los controladores de lógica programable son encontrados en todas las plantas y, por ende, su estudio y programación de los mismos es obligatorio. La programación de los PLCs se hace, en la medida de lo posible, utilizando el software de programación de los PLCs que comúnmente se encuentran en la industria nicaragüense.

La última unidad del programa es dedicada, dada la importancia que tiene en las industrias, al estudio de la robótica industrial. Se hace énfasis en sus aplicaciones y al final del curso se estudia y construye un brazo robótico utilizando la tecnología del microcontrolador para implementar el algoritmo de control.

En el desarrollo de la asignatura se utilizan varios de los recursos que acompañan a MATLAB para la construcción de modelos MIMO en el espacio de estados y para el análisis y diseño de controladores fuzzy (e.g., fuzzy logic toolbox), simuladores de circuitos como PROTEUS, simuladores de robots, y compiladores de lenguaje C tales como CCS y MikroC.

En la tabla siguiente son mostrados los conocimientos, habilidades, y actitudes del perfil de egreso del programa de ingeniería electrónica que reciben, para su alcance, una contribución significativa de parte de la asignatura **Control Aplicado**.

<b>Conocimientos</b>	
Leyes, principios, y teorías que gobiernan el funcionamiento de los principales dispositivos, analógicos, digitales, y de potencia, utilizados para implementar sistemas electrónicos.	▲
Métodos, técnicas y herramientas para el diseño e implementación de sistemas electrónicos para solucionar problemas en los campos de las telecomunicaciones, automatización industrial y control automático, y electromedicina, entre otros.	▲
Teoría de control clásico e inteligente, Instrumentación industrial, controladores de lógica programable y fundamentos de la robótica industrial.	▲
Método Científico para el desarrollo de proyectos de investigación y/o desarrollo.	▲
Normativas y estándares para la implementación e instalación de sistemas electrónicos en las diferentes áreas de conocimiento.	
<b>Habilidades</b>	
Aplicar conocimientos de matemática, ciencia e ingeniería, para la solución eficaz de problemas.	▲
Diseñar y conducir experimentos, así como analizar e interpretar datos.	▲
Diseñar un sistema, componente, o proceso para satisfacer ciertas necesidades, en el campo de las telecomunicaciones, la automatización industrial y el control, bajo limitaciones reales de tipos económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, salud y seguridad, manufactura, y sostenibilidad.	▲
Para trabajar en equipos interdisciplinarios.	▲
Identificar, formular, y solucionar problemas relacionados con las áreas de conocimiento electrónica, sistemas de medición industrial, automatización industrial y control automático, telecomunicaciones, y gestión de proyectos.	▲
Comunicarse efectivamente de forma oral, escrita, y gráfica.	▲
Usar técnicas, destrezas, y modernas herramientas para la práctica de la ingeniería.	▲
<b>Actitudes</b>	
Responsabilidad ética y profesional.	▲

Compromiso con el aprendizaje para toda la vida.	▲
Preocupación acerca del impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental, y social.	▲
Responsabilidad en la importancia de la toma de decisiones.	▲
Auto preparación en temas contemporáneos que amplíen su visión del mundo y le permitan visualizar más allá de los aspectos científicos/tecnológicos.	▲
Alto espíritu emprendedor.	▲
Actitud innovadora.	▲
Actuación responsable respecto al ambiente y su conciencia social sensible a la problemática de la sociedad nicaragüense.	▲

Control Aplicado tiene como prerrequisito a la asignatura "Sistemas de Control" en la cual se estudian los métodos, técnicas, y herramientas clásicas para el diseño e implementación digital de sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Los sistemas MIMO tienen como precedentes los fundamentos de los sistemas SISO y utiliza algunas de sus técnicas para su análisis. Una herramienta vital para el estudio de los sistemas MIMO son las ecuaciones de estados, considerado de manera breve en la asignatura Sistemas de Control. Los controladores fuzzy amplían las posibilidades de control para sistemas de multivariables, no-lineales, y variables en el tiempo. En Sistemas de control el énfasis son los controladores PID y en Control Aplicado se implementa un controlador PID fuzzy. De igual forma, los conocimientos de la asignatura sistemas de control son vitales el desarrollado de controladores PID con PLC y para el estudio de los robots industriales de la misma forma que lo es la asignatura Sistemas de medición.

Para un buen entendimiento de los diferentes temas considerados en Control Aplicado y para garantizar el éxito en el desarrollo del proyecto se requiere que los estudiantes tengan un buen manejo de herramientas como PROTEUS, MATLAB (Fuzzy logic toolbox) y compiladores de C tales como CCS y Mikro C.

La asignatura control Aplicado integra, por su propia naturaleza, los siguientes componentes formativos establecidos por la institución.

### **Investigación**

El programa contempla el desarrollo de un proyecto de curso el cual debe ser desarrollado siguiendo el método científico estudiado en el programa de asignatura "Métodos de Investigación para Ingeniería y Tecnología." Las



orientaciones son presentadas en la primera semana del curso y el proyecto es desarrollado a lo largo del semestre siguiendo la metodología establecida. El sistema diseñado para solucionar el problema bajo consideración debe ser implementado físicamente y se debe escribir un artículo según el formato de la IEEE.

### **Extensión**

El proyecto de curso debe dar respuesta, a escala de laboratorio o prototipo, a un problema real de la sociedad nicaragüense dando prioridad a aquellos que afectan a grandes áreas de la población que carecen de recursos y requieren de soluciones de bajo costo.

### **Responsabilidad Ambiental**

El proyecto debe brindar solución a un problema y se dará prioridad a aquellos relacionados con el ambiente. Si el proyecto no está directamente relacionado con la solución de un problema ambiental, en el informe de resultados se deben explicar los análisis y decisiones tomadas para evitar que la solución tenga un impacto negativo en el ambiente.

### **Espíritu Emprendedor**

Tanto para el diseño como para la implementación, dada la oferta mínima de los componentes y las condiciones requeridas para la implementación del sistema, es necesario mostrar un espíritu emprendedor y una actitud innovadora para cumplir con el objetivo del proyecto.

### **Tecnologías de la Información y las Comunicación (TICs)**

En el desarrollo de la asignatura Control Aplicado se hace uso de las TICs. En la tabla a continuación se muestran los principales elementos.

<b>RECURSOS TIC PARA EL DESARROLLO DE LAS FOE</b>	<b>SOFTWARE</b>	<b>BÚSQUEDA, PROCESAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE DOCUMENTOS</b>
PowerPoint	SUITE PROTEUS (ARES)	Google drive
Videos	MATLAB (fuzzy Toolbox)	email
Imágenes	Compiladores de C	Página WEB del profesor
Simulaciones	Programación de PLC	INTERNET

## **III. OBJETIVO GENERAL**

- Desarrollar controladores para aplicaciones industriales, incluida la robótica, implementando el algoritmo de control usando lógica fuzzy y/o controladores de lógica programable.

o	UNIDADES TEMÁTICAS	FORMAS DE ORGANIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA (F.O.E.) <sup>20</sup>							Total de horas	
		TEORÍA	PRÁCTICA							
		C		.P	AB	.C		.C		.C
	Análisis de sistemas de control multivariable (MIMO)	10							24	
I	Diseño de sistemas de control fuzzy	12							28	
II	Estudio y aplicaciones de los Controladores de lógica programable	12							32	
V	Introducción a la robótica industrial	12							30	
Total de horas presenciales		46		4	0			4	114	
2da evaluación parcial, 1ra y 2da convocatoria									6	
TOTAL									120	

#### IV. PLAN TEMÁTICO

#### V. UNIDADES TEMÁTICAS: NOMBRE DE LA UNIDAD, OBJETIVOS PARTICULARES, CONTENIDOS Y RECOMENDACIONES METODOLÓGICAS

##### UNIDAD I: ANÁLISIS DE SISTEMAS DE CONTROL MULTIVARIABLE (MIMO)

##### OBJETIVOS PARTICULARES

- Analizar sistemas de control que tienen entradas y salidas múltiples utilizando los métodos y técnicas apropiadas.
- Diseñar sistemas de control tipo MIMO utilizando las técnicas correspondientes, principalmente el desacoplamiento.

<sup>20</sup> C (Conferencia), S (Seminario), CP (Clase Práctica), Lab (Laboratorio), GC (Gira de campo), T (Taller), TC (trabajo de curso), PC (Proyecto de Curso).

- Reflexionar sobre la importancia que tiene el seleccionar las técnicas adecuadas para el análisis y diseño de un sistema de control de acuerdo a las características del mismo.

## **CONTENIDOS**

- 1.1 Definición de sistema MIMO
  - 1.1.1 Ejemplos de sistemas reales
  - 1.1.2 Comparación con los sistemas SISO
- 1.2 Ecuaciones de estado
  - 1.2.1 Ecuaciones de estado
  - 1.2.2 Matrices
- 1.2.3 Ecuaciones de estado y relaciones con la función de transferencia Ejemplos de problemas para plantear las ecuaciones de estado
- 1.3 Función de transferencia para mimo
  - 1.3.1 La matriz de respuesta al impulso
  - 1.3.2 Relación entre la matriz del sistema y las ecuaciones de estado
- 1.4 Análisis de lazo cerrado
  - 1.4.1 Polos y cero de un sistema MIMO
  - 1.4.2 Funciones de sensibilidad
  - 1.4.3 Estabilidad
  - 1.4.4 Respuesta de estado estable ante entradas escalón
- 1.5 Análisis en el dominio de la frecuencia
  - 1.5.1 Ganancia, seguimiento, compensación ante perturbaciones, rechazo al ruido.
- 1.6 Uso de técnicas SISO para MIMO
  - 1.6.1 Análisis de sistemas de 2 entradas y dos salidas (sistema cuadrado)
  - 1.6.2 Decoupling - Convertir MIMO en SISO
- 1.7 Diseño optimizado
  - 1.7.1 Realimentación de estado (State-Estimate Feedback)
  - 1.7.2 El regulador lineal cuadrático (LQR): Propiedades, conversión a dominio del tiempo
- 1.8 Control predictivo (PCM)
  - 1.8.1 Control de un barco (ejemplo)
- 1.9 Limitaciones de los sistemas MIMO

## RECOMENDACIONES METODOLÓGICAS

El desarrollo de la unidad se realiza mediante conferencias, clases prácticas y laboratorios. El proyecto de curso se desarrolla a lo largo del semestre y debe ser presentado en esta unidad, explicando los resultados esperados en cada fase. Se recomienda entregar un documento con la explicación del método para que los estudiantes profundicen sobre los pasos de cada fase.

Para motivar a los estudiantes en el estudio de los sistemas de control de tipo MIMO se recomienda utilizar algunas **herramientas TIC**, como son videos, simulaciones y artículos y revistas obtenidas de INTERNET, en lo que se haga evidente la importancia y las aplicaciones de este tipo de sistemas. Se recomienda asignar a los estudiantes la tarea de listar y explicar las ventajas y desventajas de los sistemas MIMO.

Considerando la importancia de este tipo de sistemas se recomienda, para garantizar que los estudiantes se apropien de los diferentes métodos, explicar mediante ejemplos los procedimientos para el diseño de los sistemas tipo MIMO.

Se recomienda diseñar experimentos que permitan el diseño completo de los diferentes tipos de compensadores de tipo MIMO mediante el análisis de lazo cerrado, el análisis en la frecuencia, el uso de técnicas SISO para MIMO, el Diseño Optimizado y el Control Predictivo.

Se recomienda mostrar a los estudiantes, ejemplos de sistemas de control que, al no seguir los procedimientos de diseño establecidos, han provocado daños al **ambiente**.

## UNIDAD II: DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL FUZZY

## OBJETIVOS PARTICULARES

- Explicar el funcionamiento de cada uno de los subsistemas de un sistema de control fuzzy de manera correcta.
  - Diseñar sistemas de control utilizando la lógica fuzzy.
- Valorar las ventajas y desventajas del control clásico, moderno e inteligente para el diseño efectivo y eficiente de los sistemas de control.

## CONTENIDOS

- 2.1 Definición del Control Fuzzy
- 2.2 Componentes de un controlador Fuzzy
  - 2.2.1 Bloque de preprocesamiento
  - 2.2.2 Bloque de fuzzyficación
  - 2.2.3 Bloque de inferencia
  - 2.2.4 Bloque de defuzzificación
  - 2.2.5 Bloque de post-procesamiento
- 2.3 Lógica Fuzzy
  - 2.3.1 Variables lingüísticas
  - 2.3.2 Conjuntos Fuzzy
  - 2.3.3 Operaciones Fuzzy
- 2.3.4 Representaciones matemáticas de sistemas fuzzy
- 2.3.5 Reglas de Inferencia
- 2.4 Métodos de Fuzzificación
- 2.5 Métodos de Inferencia
- 2.6 Métodos de Defuzzificación

## RECOMENDACIONES METODOLÓGICAS

El desarrollo de la unidad se realiza mediante conferencias, clases prácticas y laboratorios y se utilizan como **herramientas TIC** PowerPoint, simuladores, y lenguajes como MATLAB, principalmente el toolbox de lógica fuzzy y compiladores de C.

Para facilitar a los estudiantes la apropiación del método de diseño de sistemas de control usando la lógica fuzzy **se recomienda** explicarlo mediante el desarrollo de un sistema completo. De igual forma, para comprender la **importancia de la investigación**, se recomienda orientar a los estudiantes la

lectura y análisis de informes científicos relacionados con sistemas de control fuzzy. Se debe orientar a los estudiantes que el proyecto de curso debe ser desarrollado de acuerdo a la metodología estudiada en la asignatura "Métodos de investigación para ingeniería y tecnología."

## **UNIDAD III: ESTUDIO Y APLICACIONES DE LOS CONTROLADORES DE LÓGICA PROGRAMABLE**

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Contrastar las diferentes alternativas para la implementación de un controlador, cableada o programable, considerando aspectos como el tiempo de desarrollo, costo, robustez, y la escalabilidad del mismo.
- Elaborar el programa para un controlador de lógica programable utilizando las herramientas apropiadas.
- Apoyar a sus compañeros en la elaboración de programas de control que serán implementados mediante PLCs.

### **CONTENIDOS**

- 3.1 Introducción a la automatización industrial
  - 3.1.1 Definición de Automatización industrial
  - 3.1.2 Objetivos de la automatización industrial
  - 3.1.3 Estructura de un sistema automatizado
- 3.2 Controladores Lógicos Programables
  - 3.2.1 introducción a los PLCs
  - 3.2.2 Componentes hardware del PLC
  - 3.2.3 Programación de los PLCs
    - 3.2.3.1 Estandar IEC 61131-3
    - 3.2.3.2 Fundamentos de la programación de los PLCs
    - 3.2.3.3 Programación de temporizadores y contadores
    - 3.2.3.4 Instrucciones para la manipulación de datos
- 3.3 Herramientas de apoyo para la automatización con PLCs
  - 3.3.1 GRAFCET
  - 3.3.2 GEMMA
- 3.4 Procedimientos para la programación para operación MANUAL, AUTOMATICA, y PASO a PASO
- 3.6 Automatización del proceso de limpieza de tanque y tuberías (CIP) usando PLC

## RECOMENDACIONES METODOLÓGICAS

El desarrollo de la unidad se realiza mediante conferencias, clases prácticas y laboratorios y se utilizan como **herramientas TIC** PowerPoint, videos, y simuladores. **Se recomienda** mostrar videos donde se hagan evidentes las aplicaciones en la industria de los controladores de lógica programable.

Para facilitar a los estudiantes la apropiación del procedimiento para desarrollar una aplicación con PLC **se recomienda** realizar la automatización de un CIP o un proceso de bajo nivel de complejidad.

De ser posible **se recomienda** utilizar, para la programación del PLC, un software comercial de los más utilizados en el país.



## UNIDAD IV: INTRODUCCIÓN A LA ROBÓTICA INDUSTRIAL

### OBJETIVOS PARTICULARES

- Describir la estructura y los componentes principales de los robots utilizados en la industria.
  - Diseñar un brazo robótico utilizando micro-controladores para la implementación del controlador.
- Reflexionar sobre la importancia de la robótica industrial para la mejora de la productividad y competitividad de las industrias enfatizando en la importancia de diseñar e implementar dicha tecnología a nivel nacional.

### CONTENIDOS

- 4.1 Introducción a la robótica industrial
  - 4.1.1 Historia de la robótica
  - 4.1.2 Definición de robot industrial
  - 4.1.3 Aplicaciones de los robots industriales
- 4.2 Componentes y estructura de un robot
- 4.3 Configuración cinemática de un robot
- 4.4 Accionamiento del sistema mecánico
- 4.5 Muñeca y elementos finales (mecánicos, vacío, neumáticos) de los robots
- 4.6 Sensores del robot
- 4.7 Generalidades del control del robot
- 4.8 Análisis e implementación de brazo robótico

### RECOMENDACIONES METODOLÓGICAS

El desarrollo de la unidad se realiza mediante conferencias, clases prácticas y laboratorios y se utilizan como **herramientas TIC** PowerPoint, videos, y simuladores. **Se recomienda** mostrar videos donde se hagan evidentes las aplicaciones de los robots industriales. Es importante mostrar a los estudiantes el impacto que tiene la robótica en **el ambiente** y las principales áreas de **investigación** en dicho campo.

El curso finaliza con la implementación de un brazo robótico y es importante que los estudiantes estén conscientes que se requiere utilizar el **método científico** y contar con un alto **espíritu emprendedor** para lograrlo.

Es importante presentar videos o asignar lecturas a los estudiantes que les permitan valorar la importancia que la robótica tiene en campos como la medicina, la industria, las exploraciones espaciales y marítimas. Se recomienda enfatizar en el impacto de la robótica en el cuido y preservación del ambiente.

## VI. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE <sup>21</sup>

EVALUACIONES ORDINARIAS <sup>22</sup>		
<b>I Evaluación Parcial</b>	Evaluaciones Sistemáticas <sup>23</sup>	15%
	Examen	20%
<b>II Evaluación Parcial</b>	Evaluaciones Sistemáticas	15%
	Examen	20%
	Examen/TC/PC	30%
<b>Total</b>		100%
EVALUACIONES EXTRAORDINARIAS		
<b>Evaluación de I Convocatoria</b>	Examen (70%) Evaluaciones Sistemáticas (30%)	100%
<b>Evaluación de II Convocatoria</b>	Examen	100%

<sup>21</sup> UNI (2006): Reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Ingeniería. Aprobado por el Consejo Universitario el 27 de octubre del 2006. Managua.

<sup>22</sup> Adecuar de conformidad con la naturaleza de cada programa de asignatura (Arto. 24 del Reglamento de Régimen Académico).

<sup>23</sup> Preguntas de control, seminarios, clases prácticas, laboratorios, giras de campo, talleres, trabajos extra-clase, pruebas cortas. (Arto. 27 del Reglamento de Régimen Académico).

<b>Evaluación por Suficiencia</b>	Examen (100%)	100%
<b>Evaluación Cursos de Verano<sup>24</sup></b>	Examen (50) Laboratorio + Proyecto de curso (50)	100%

Para tener derecho a realizar la primera y segunda convocatoria es necesario haber aprobado los sistemáticos y el proyecto de curso.

Para realizar examen de suficiencia es necesario haber cursado la asignatura y haber aprobado los laboratorios y el proyecto de curso.

Para aprobar la asignatura en el curso de verano, el estudiante debe aprobar el examen y aprobar los laboratorios y el proyecto de curso.

---

<sup>24</sup> Se establecen de conformidad con los criterios definidos en el plan de estudio y las disposiciones institucionales vigentes (Arto. 44 del Reglamento de Régimen Académico).

## PROYECTO DE CURSO

El proyecto de curso es un elemento fundamental en la formación de los estudiantes, les permite aplicar los conocimientos, habilidades, y actitudes para solucionar un problema identificado por ellos mismos. El proyecto es desarrollado siguiendo el método científico que se estudia en la asignatura "Métodos de investigación para ingeniería y tecnología," impartida en el tercer semestre. El método está dividido en cuatro fases: análisis, hipótesis, síntesis, y validación.

### A. Diseño del proyecto de investigación

Los estudiantes durante un periodo de **seis semanas**, siguiendo los pasos de las dos primeras fases del método, diseñan su proyecto de investigación. Los avances serán presentados en el aula de clase para los cual se contará con **dos horas semanales**. El resultado es un documento con los siguientes elementos:

- I. **Introducción** Se describe el problema y plantea el problema.
- II. **Antecedentes** Se muestran los resultados de trabajos previos relacionados con el problema bajo consideración.
- III. **Objetivo del proyecto** El **fin** al que se desea llegar, la **meta** que se pretende lograr
- IV. **Especificación de la solución** la cual incluye el diagrama funcional del sistema, la descripción y tecnología empleada, cuando sea posible, de los diferentes subsistemas. Debe incorporarse el listado de componentes requeridos para la implementación del sistema y, en el caso de componentes que se utilizarán por primera vez, las hojas de datos.
- V. **Metas, Factores, y Métricas de desempeño.**
- VI. **Cronograma de actividades relacionadas con la síntesis y validación.**

### B. Síntesis

Los estudiantes tendrán un periodo de **seis semanas** para realizar la implementación de la solución y diseñar y realizar los experimentos necesarios para verificar la efectividad de la misma. Los avances serán presentados en el

aula o en el laboratorio para lo cual se contará con **dos horas semanales**. Al final de esta etapa los estudiantes deberán presentar sus sistemas, implementados en simuladores y en una tabla de nodos, funcionando correctamente.

### **C. Presentación**

El proyecto finaliza con un prototipo, informe final y una presentación oral del informe de resultados durante la última semana del curso. El informe debe ser escrito siguiendo el formato establecido por la facultad.

## **VII. BIBLIOGRAFÍA**

### **7.1. Textos básicos**

#### Unidad I

- Goodwin, C. G., & Graebel, S., Salgado, E. M. (2001). *Control system design*. USA: Prentice Hall

#### Unidad II

- Passion, M. K., & Yurkobich, S. (1998). *Fuzzy control*. Menlo Park, California: Addison-Wesley

#### Unidad III

- Erickson, T. K. (2005). *Programmable logic controllers: an emphasis on design and application*. Rolla, Missouri: Dogwood Valley Press

#### Unidad IV

- Barrientos, A. (2007). *Fundamentos de robótica*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Caparroso, O. I., Avilés, O., Bello, H. J. (1999, noviembre). Una introducción a la robótica industrial. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, 53-67.
- Maloney, J. T. (2006). *Electrónica industrial moderna*. Estado de México, México: Prentice Hall.

### **7.2. Textos complementarios**

#### Unidad IV

- Kurfess, R. T. (2005). *Robotics and automation handbook*. Boca Ratón, Florida: CRC Press LLC